Iván Pávlov Fisiología y Psicología

PAVLOV

FISIOLOGIA Y PSICOLOGIA

ALIANZA EDITORIAL

151

Nací en Riazán, en 1849, en el seno de la familia de un cura. Seguí los estudios de segunda enseñanza en el seminario local. Lo recuerdo con gratitud. Teníamos excelentes profesores, entre ellos el cura Féofilakt Orlov, hombre de elevado ideal. En esta época (ignoro lo que ha sucedido después) existía en el seminario aquello de que carecían los liceos de Tolstói de triste memoria: la posibilidad de que cada uno diese libre curso a sus afinidades intelectuales. Se podían tener malas calificaciones en una asignatura y ser un alumno destacado en otra, sin que se corriera el riesgo de disgustos o de expulsión. Ello hacía que se nos prestase especial atención y que se especulase acerca del talento y de las habilidades de cada estudiante.

Influidos por la literatura de los años 60 —muy en particular por la de Písarev— centramos nuestro interés en las ciencias naturales. Muchos de nosotros —yo entre ellos— decidimos estudiar esta materia en la Universidad.

Ingresé en la Universidad de Petersburgo, sección de historia natural de la facultad físico-matemática, en 1870. Fue una época brillante de esta facultad. Teníamos profesores que gozaban de un enorme prestigio científico y que poseían excelentes dotes oratorias. Elegí la fisiología de los animales como materia principal y la química como subsidiaria. El profesor Cyon nos causó una viva impresión. Su magistral claridad de exposición en problemas complejos de fisiología y la maestría con que practicaba los experimentos nos tenía literalmente maravillados. Jamás puede olvidarse un maestro así. Bajo su dirección llevé a cabo mi primer trabajo fisiológico.

Después de haber obtenido el título de candidato en ciencias naturales, me inscribí en el tercer curso de la Academia de Medicina y Cirugía. No pretendía hacerme médico sino obtener el título de doctor en medicina, indispensable para optar a una cátedra de fisiología. Confieso que en aquel entonces este proyecto me parecía un sueño; la idea de ser profesor algún día se me antojaba inverosímil.

Al ingresar en la Academia tenía que ser asistente del profesor Cyon —encargado del curso de fisiología— en sustitución de S. Chernov, que se iba al extranjero. Ocurrió algo increíble: el gran fisiólogo fue expulsado de la Academia. Más tarde obtuve una plaza de ayudante en el servicio del profesor Ustimovich, encargado del curso de Fisiología en el instituto veterinario. Cuando este profesor dejó el instituto —creo que en 1878— entré en el laboratorio de la clínica del profesor S. Botkin en donde permanecí largo tiempo después de haber terminado un curso de perfeccionamiento médico (1879); más tarde, al regreso de una estancia de dos años en el extranjero, reemprendí el trabajo en este mismo servicio hasta que fui nombrado profesor. Haciendo abstracción de lo que de desfavorable había en aquel laboratorio (ante todo, claro está, la falta de medios) considero que este período fue muy útil para mi futuro científico. Representaba la independencia completa y la posibilidad de consagrarme por entero al trabajo de laboratorio (no

tenía ninguna obligación en los servicios clínicos). Trabajé meses y años sin preocuparme por si el trabajo que realizaba era el mío o el de otro. Una gran parte de mi labor en este laboratorio consistió en participar en los trabajos de mis colegas.

Nada tenía que perder con ello: adquirí una gran práctica en el razonamiento fisiológico —en el más amplio sentido de la palabra— y en la técnica de laboratorio. Añadid a esto las conversaciones siempre interesantes e instructivas (para mi gusto poco frecuentes) con Serguei Petrovich Botkin. Allí preparé mi tesis sobre los nervios centrífugos del corazón e inicié, a la vuelta de mi viaje, los trabajos sobre la digestión que hicieron conocer mi nombre en el extranjero. Había escogido y concebido los dos temas de modo completamente independiente.

El viaje al extranjero fue de gran importancia para mí y me deparó la suerte de conocer a sabios como Heidenhain y Ludwig, cuyas vidas y alegrías se habían identificado con la ciencia.

Hasta la obtención de una cátedra en 1890 (me había ya casado y tenía un hijo) mi situación material continuaba siendo difícil. Pero gracias a la ayuda de mis colegas y a mi inclinación por la fisiología, esto no entristeció mi vida.

A los 41 años obtuve una cátedra, un laboratorio propio y, simultáneamente, dos cargos: el de profesor de farmacología (más tarde de fisiología) en la Academia militar de Medicina y el de director de la sección de Fisiología del Instituto de Medicina Experimental. Con ello obtenía, al mismo tiempo, medios pecuniarios suficientes y libertad de acción en el laboratorio. Antes tenía que pagar por cada animal para las experiencias, lo cual, dadas las posibilidades materiales limitadas, repercutía sobre la envergadura del trabajo de investigación.

Después, la vida transcurrió plácidamente, sin otros acontecimientos que los del laboratorio y de la familia. Sólo es digna de mención la tensa situación creada en

la Academia de Medicina, durante cerca de diez años, por su antiguo director.

En conclusión: debo considerar que mi vida ha sido feliz y lograda. He obtenido lo máximo que de ella puede esperarse: la plena justificación de los principios con que la empecé. Soñaba con encontrar la alegría de vivir en el trabajo intelectual, en la ciencia: la obtuve y sigo disfrutando de ella. Deseaba tener por compañera de mi vida a una persona llena de bondad y la he encontrado en mi mujer Serafima Vasilievna (de soltera: Kartchevskaïa), que ha soportado con paciencia los sinsabores de nuestra vida antes de que obtuviese la cátedra, ha alentado constantemente mis aspiraciones científicas, y ha sido siempre tan devota a la familia como lo he sido yo al laboratorio.

Renuncié a los intereses materiales de la vida, a los medios —algunas veces astutos y no siempre irreprochables— que pueden procurarlos. No lo siento; por el contrario, constituye uno de mis actuales consuelos.

Por encima de todo, quiero expresar mi infinita gratitud a mi padre y a mi madre que me han acostumbrado a una vida simple y sin pretensiones, ofreciéndome la posibilidad de alcanzar una enseñanza superior *.

* Pávlov vivió sus últimos años rodeado de la admiración de todos. Ningún otro científico ha despertado tal simpatía y entusiasmo populares. En 1935, en el XV Congreso Internacional de Fisiología mereció el honor de ser proclamado por sus colegas «Princeps physiologorum mundi». Poco más tarde, una neumonía puso fin a su vida en Leningrado, el 27 de febrero de 1936. Tenía ochenta y siete años y se hallaba aún en plena capacidad creadora. En Koltushi, en la ciudad de la ciencia creada en torno a su laboratorio, un perro de bronce, sobre un pequeño pedestal, rinde testimonio de fidelidad a su memoria. [Esta y todas las notas que siguen a pie de página son de A. C.]

2. El reflejo condicional [1]

La denominación «reflejo condicional» constituye en la actualidad un término fisiológico propio que designa un fenómeno nervioso concreto, cuyo estudio nos conduce a la estructuración de una nueva rama de la fisiología animal: la actividad nerviosa superior, primer capítulo de la fisiología del segmento superior del sistema nervioso central.

Desde hace largo tiempo venían acumulándose observaciones empíricas y científicas. Se sabía que una lesión mecánica o una afección del cerebro —y muy en particular de los hemisferios cerebrales [2]— provoca trastornos

[1] Trabajo publicado en 1934, dos años antes de la muerte de Pávlov. Lo situamos en este lugar por constituir una breve exposición de conjunto del conocimiento logrado en más de treinta años de trabajo. Si por su manifiesta densidad impone un serio esfuerzo para el lector, familiariza con lo sustancial de la teoría pavloviana y facilita la comprensión y el sentido metodológico de los artículos que le siguen.

[2] En la bibliografía rusa se habla corrientemente de «grandes hemisferios» para referirse a los hemisferios cerebrales y de «pequeños hemisferios» para indicar los cerebelosos.

del comportamiento superior, muy complejo, de los animales y del hombre. Este comportamiento se llama, de ordinario, actividad psíquica. Pocos serán hoy quienes, en posesión de una formación médica, duden de que las neurosis y las psicosis van ligadas al debilitamiento o a la desaparición de la función normal del cerebro o a la destrucción en mayor o menor grado del mismo. Llegamos ahora a una cuestión fundamental y obsesionante: ¿cuál es la relación existente entre el cerebro y la actividad nerviosa superior del hombre y de los animales?; ¿cómo y por dónde empezar su estudio? Parecería lógico que, siendo la actividad psíquica el resultado de la actividad fisiológica de una cierta masa cerebral, se emprendiera su estudio desde el punto de vista fisiológico y que se alcanzasen de esta forma los mismos éxitos que con el análisis funcional de otros órganos. Sin embargo, las cosas no sucedieron así. Desde hace mucho tiempo (miles de años) la actividad psíquica viene siendo objeto de estudio de una ciencia especial: la psicología. Y no deja de ser sorprendente que tan sólo en fecha muy reciente (a partir de 1870) la fisiología haya obtenido, gracias a su método habitual de estimulación provocada, los primeros datos precisos relacionados con cierta función fisiológica de los hemisferios cerebrales: la función motriz. Con el empleo de otro método (el de destrucción parcial) —también habitual— se han obtenido datos suplementarios sobre la formación de conexiones entre distintas partes del cerebro y los principales receptores del organismo: el ojo, el oído, etc. Estas adquisiciones hicieron concebir grandes esperanzas tanto a los fisiólogos como a los psicólogos acerca de una estrecha colaboración entre sus respectivas ciencias. Los psicólogos solían iniciar sus tratados de psicología con la exposición de la teoría del sistema nervioso central y muy particularmente la de los hemisferios cerebrales (órganos de los sentidos). A su vez los fisiólogos interpretaban de un modo psicológico los resultados obtenidos en la interrupción experimental de la actividad de ciertas zonas hemisféricas en los animales, por analogía con lo que podría vivenciar el hombre en las

mismas circunstancias (por ejemplo: la afirmación de Munk [3] de que el animal «ve», pero «no comprende»). Sin embargo, pronto el desaliento se extendió por los dos campos. La fisiología de los hemisferios cerebrales se detuvo en estos primeros experimentos y dejó casi de progresar. Resurgieron entre los psicólogos aquellos que, como antaño, se pronunciaron resueltamente por una independencia total del estudio psicológico en relación con la fisiología.

Durante este tiempo se habían hecho otros intentos para relacionar las ciencias naturales triunfantes con la psicología, a través del método de la valoración numérica del fenómeno psíquico. Incluso llegó a pensarse en introducir en la fisiología un capítulo especial de psicofísica, gracias al feliz hallazgo de la ley de Weber y Fechner [4], que establece una relación numérica entre la intensidad de la excitación exterior y la de la sensación. Pero el nuevo capítulo no fue más allá de esta ley.

Wundt [5], antiguo fisiólogo convertido en psicólogo y

[3] Con arreglo a las viejas ideas localizacionistas, el sentido de la visión se localizaría en los lóbulos occipitales del cerebro. Munk observó que, al extirpar dichos lóbulos en el perro, el animal no perdía completamente la vista; podía sortear obstáculos durante la marcha y reaccionaba a estímulos luminosos intensos. Sin embargo, no podía reconocer a su dueño. La interpretación que se aceptó sobre este comportamiento aparentemente paradójico, fue que los perros, en estas condiciones, habían perdido la facultad de comprender lo que veían. La teoría y los hallazgos de Pávlov en torno a la distribución cortical de los analizadores permitió comprender la razón de estos hechos.

[4] Gustav Fechner fue profesor de psicofísica en Leipzig. Falleció en 1887.

Ernst Heinrich Weber fue el iniciador de la llamada «psicofísica». Sus estudios sobre la sensibilidad le dieron renombre universal. La ley a que aquí se hace referencia establece que el crecimiento del excitante en proporción geométrica determina un aumento de la sensación en proporción aritmética (la intensidad de la sensación es función logarítmica de la intensidad del estímulo). Esta ley sólo es válida en casos muy particulares. Weber fue profesor en Leipzig. Falleció en 1878.

[5] Wilhelm Wundt, médico y filósofo, fue profesor en Heidelberg, Zürich y Leipzig. Fundador del primer instituto de psicología experimental en 1878.

filósofo, intentó con mayor éxito aplicar la experimentación y las medidas numéricas a las manifestaciones psíquicas, fundando la psicología experimental. Ello ha permitido reunir numerosos datos importantes. Algunos, tal como lo hace Fechner, dan el nombre de psicofísica al análisis matemático de los datos numéricos de la psicología experimental. Sin embargo, no es raro encontrar hoy entre los psicólogos, y sobre todo entre los psiquiatras, algunos decepcionados por esta psicología.

Entonces, ¿qué hacer? Una nueva vía susceptible de conducirnos a la solución del problema fundamental empezaba a manifestarse. Era necesario hallar un fenómeno psíquico elemental que pudiese ser considerado en su totalidad como un fenómeno puramente fisiológico. Partiendo de él, por un estudio rigurosamente objetivo (como se practica siempre en fisiología) de las condiciones de su aparición, de sus complicaciones y de su desaparición, se obtendría el cuadro fisiológico objetivo y completo de la actividad superior de los animales (del funcionamiento normal del segmento superior del encéfalo) en lugar de los experimentos efectuados hasta entonces y basados en la excitación artificial y la destrucción. Felizmente, desde hacía tiempo, muchos investigadores habían advertido este fenómeno, varios le habían concedido su atención y algunos (en primer lugar debe mencionarse a Thorndike [6]) habían emprendido ya su estudio, pero por una razón desconocida se habían detenido en su mismo principio, sin hacer de sus conocimientos la base de un método fundamental, esencial, de exploración fisiológica sistemática de la actividad nerviosa superior del organismo animal. Este fenómeno es el que ahora designamos bajo el nombre de «reflejo condicional», cuyo persistente estudio

[6] Edward Thorndike, profesor de la Universidad de Columbia (U.S.A.) figura, con todo honor, como el primero en intentar un estudio objetivo de la conducta. Estudió minuciosamente el aprendizaje por ensayos y errores. De modo análogo a la línea general behaviorista, no tuvo en cuenta el cambio de cualidad que comporta el modo de acción humano sobre el modo de acción animal. Sin embargo, sus trabajos fueron encomiados reiteradas veces por Pávlov.

justifica completamente la esperanza que acabamos de anunciar. Citemos dos simples experiencias que cualquiera puede hacer. Vertamos en la boca de un perro una solución débil de cualquier ácido. Normalmente provoca una reacción defensiva: el líquido es rechazado con bruscos movimientos de cabeza, la saliva se derrama abundante en la boca (y seguidamente al exterior) diluyendo el ácido y limpiando la mucosa.

La segunda experiencia consiste en someter al perro a la acción repetida de un agente externo cualquiera —de un sonido, por ejemplo— inmediatamente antes de introducirle el ácido en la boca. ¿Qué observaremos? Bastará solamente con repetir este sonido para que se produzca la misma reacción: idénticos movimientos de boca, igual secreción de saliva. Los dos hechos son igualmente exactos y constantes y deben ser designados con el mismo término fisiológico: reflejo. Ambos desaparecen si se seccionan bien los nervios motores de la musculatura bucal y los nervios secretores de las glándulas salivares (es decir, las vías eferentes [7]), bien las aferentes [8] que parten de la mucosa bucal o del oído, o si se destruye el centro de transmisión del impulso nervioso (es decir, del proceso dinámico de excitación nerviosa) de los nervios aferentes a los nervios eferentes. Para el primer reflejo este centro será la médula oblongada [9]; para el segundo, los hemisferios cerebrales.

Ante tales hechos, el pensamiento más exigente no encontrará nada que objetar a esta conclusión fisiológica. Sin embargo, la diferencia entre ambos reflejos es ya muy nítida. Ante todo, y tal como acabamos de ver, sus centros son distintos. Por otro lado, como la organización misma de nuestros experimentos demuestra, el primer re-

[7] y [8] Ver notas 10 y 11 al trabajo «Discurso pronunciado en la recepción del Premio Nobel.»

[9] Continuación, en sentido rostral, de la médula espinal. (Sinónimo: bulbo raquídeo.) Su estructura anatómica es sumamente compleja; constituye una encrucijada donde confluyen, para luego diversificarse, todos los haces nerviosos ascendentes y descendentes.

flejo ha sido producido sin preparación previa, sin condición alguna; el segundo se ha logrado con un procedimiento especial. ¿Qué significado tiene esto?

En el primer experimento el paso de la corriente nerviosa de las vías aferentes a las eferentes se hacía directamente (simple conducción). En cambio en el segundo se necesita una preparación previa para formar una vía para el paso de esta corriente (concepto conocido en fisiología desde hace mucho tiempo con el nombre de *Bahnung* [10]). Así, pues, en el sistema nervioso central existen dos mecanismos distintos: el de la conducción directa de la corriente nerviosa y el de su cierre y apertura. En nuestro planeta el sistema nervioso es el instrumento más completo para relacionar y conexionar las partes del organismo entre sí, al mismo tiempo que relaciona todo el organismo, como sistema complejo, con las innumerables influencias externas. Si el cierre y apertura de la corriente eléctrica es hoy de aplicación técnica usual, ¿cómo podríamos oponernos a la admisión del mismo principio en este admirable instrumento orgánico?

Apoyándonos en lo que acabamos de enunciar, *es lícito llamar reflejo incondicional a la conexión permanente entre el agente externo con la actividad del organismo determinada por éste y reflejo condicional a la conexión temporal.* El organismo animal como sistema existe en la naturaleza circundante tan sólo por el equilibrio constantemente restablecido entre este sistema y el medio ambiente, es decir, gracias a unas reacciones definidas mediante las que el organismo responde a las excitaciones que proceden del exterior, lo que en los animales superiores realiza principalmente el sistema nervioso por medio de los reflejos. El equilibrio de un organismo determinado o de su especie, y consecuentemente su integridad, lo aseguran tanto los reflejos incondicionales más

[10] En ciertas condiciones pueden crearse vías conductoras de la *excitación* en los tejidos *excitables*. Donde esta transmisión no era posible puede llegar a serlo en virtud del proceso de *Bahnung* (facilitación). Se conocen los fenómenos de *Bahnung* en los músculos (especialmente en la musculatura del corazón).

simples (así la tos cuando un cuerpo extraño se extravía en los órganos respiratorios) como los más complicados llamados generalmente instintos [11] (alimenticio, defensivo, procreador, etc.). Estos reflejos son desencadenados por agentes internos que surgen del mismo organismo y por agentes externos, lo que garantiza la perfección del equilibrio. Sin embargo, el equilibrio asegurado por estos reflejos sólo sería perfecto si el medio exterior permaneciese constante. Pero como éste, además de su extrema diversidad, se halla en estado de continua variación [12], los reflejos incondicionales —conexiones permanentes— no son suficientes para asegurar este equilibrio y deben completarse con reflejos condicionales —conexiones temporales—. Por ejemplo, no basta con que el animal sea capaz de coger el alimento que está cerca de él, sino que para no morir de inanición tendrá que buscar su comida y descubrirla por distintos indicios, accidentales y temporales, que son estímulos condicionados que excitan los movimientos del animal hacia el alimento y su prensión, es decir, señales que, en su conjunto, provocan un reflejo alimenticio condicional. Lo mismo ocurre en lo concerniente al bienestar del organismo y de la especie,

[11] En la obra de Pávlov los instintos son entendidos como formas muy complejas de comportamiento, reflejos comunes a la especie, adquiridas con el creciente desarrollo evolutivo.

[12] Pávlov, atento fundamentalmente a las leyes internas que condicionan el movimiento animal como reacción a los estímulos, descuidó el análisis de los procesos del medio. De no ser así hubiera comprobado que esta diversidad a la que él se refiere, esta continua variación, es sólo aparente. El medio está organizado en estereotipos de estímulos; precisamente estos estereotipos del medio conforman a los estereotipos a los que Pávlov se refiere más adelante. El medio es ordenado, no caótico. En el caos no es posible la experiencia. Me explicaré con un ejemplo: la vuelta a casa desde el trabajo está normalmente señalada por un coorden de estímulos (salida de la fábrica, toma del tranvía, etc., e incluso horario y grado de iluminación). La alteración brusca de este coorden desorienta el comportamiento y en ciertos casos trastorna severamente la actividad nerviosa superior. El ordenador de este coorden es la actividad humana; el ordenador del coorden propio del medio de otras especies, es la propia actividad de la especie. El medio conforma al ser y el ser conforma al medio.

tanto en el sentido positivo como en el negativo; es decir, tanto en lo relativo a lo que debe coger del medio circundante como en lo que debe rechazar. No se necesita una gran imaginación para percatarse de la innumerable cantidad de reflejos que forma el sistema nervioso del hombre situado en el vasto medio de la naturaleza que le rodea y en un ambiente social que abarca a la humanidad entera. Volvamos al reflejo alimenticio. ¡Cuántas y cuán variadas relaciones condicionales, temporales, se requieren para asegurar al hombre su alimento! Y, a fin de cuentas, ¡todo no es más que un reflejo condicionado! No necesitamos, ahora, explicaciones más detalladas. Vayamos más lejos y detengámonos en el llamado «saber vivir», el tacto, aquello que nos asegura una situación favorable en la sociedad. ¿En qué consiste sino en la cualidad de comportarse con cada uno y en cualquier circunstancia de tal modo que la actitud de los demás nos sea siempre benevolente? Esto equivale a adaptar nuestro comportamiento al carácter de los demás, a su honor y a las circunstancias; es decir, a obrar respecto a los otros teniendo en cuenta el resultado, positivo o negativo, de los encuentros precedentes. Naturalmente, este «saber vivir» puede ir acompañado o no del sentimiento de la dignidad personal y respetar o no el amor propio ajeno, pero, desde el punto de vista fisiológico, ambos casos son idénticos, están integrados por relaciones temporales, reflejos condicionales. O sea: la relación nerviosa temporal es un fenómeno fisiológico universal en el mundo animal y en la vida humana. Es, al mismo tiempo, un fenómeno psíquico, llamado por los psicólogos una asociación, tanto si se trata de combinaciones de acciones como si lo es de impresiones, de letras, de palabras o de pensamientos. ¿Por qué razón tendríamos que distinguir, separar, lo que el fisiólogo llama una relación temporal y el psicólogo una asociación? Estamos aquí en presencia de una fusión completa, de una absorción total mutua, de una identidad absoluta. Creo que esta verdad es reconocida por los mismos psicólogos. Algunos de ellos no han dudado en declarar que los experimentos sobre los reflejos condi-

cionales habían dado una base sólida a la psicología asociativa, es decir, a aquella que considera a la asociación como el elemento fundamental de la actividad psíquica. Tanto es así que un reflejo condicional ya elaborado puede servir de base para formar uno nuevo [13], habiéndose demostrado incluso, últimamente de modo terminante en los perros, que dos excitaciones neutras [14] repetidas una tras otra entran en relación y pueden provocarse mutuamente. El reflejo condicional ha llegado a ser el fenómeno central de la fisiología. Con su ayuda puede estudiarse, de forma cada vez más completa y precisa, la actividad normal y patológica de los hemisferios cerebrales. Como se comprenderá, en nuestra exposición podremos citar sólo en sus rasgos generales los resultados de este estudio, que ha proporcionado hasta hoy una enorme cantidad de conocimientos.

La condición fundamental para que se produzca un reflejo condicional es la coincidencia en el tiempo, una o varias veces consecutivas, de una excitación neutra con un estímulo incondicionado. Esta reacción se produce con un máximo de rapidez y un mínimo de dificultades cuando el primer estímulo precede inmediatamente al segundo, tal como se ha demostrado en el reflejo auditivo al ácido.

El reflejo condicional puede ser elaborado con cualquiera de los reflejos incondicionales y con cualquier agente del medio interior y exterior, bien en sus formas elementales, bien en las más complicadas, con una sola restricción: en los hemisferios cerebrales deben existir

[13] Estos reflejos se denominan, habitualmente, reflejos condicionales de segundo orden. Con posterioridad a Pávlov se han elaborado reflejos condicionales de orden más elevado. No hay que confundir estos reflejos condicionales de segundo orden con el condicionamiento tipo II de Konorski y su malogrado colaborador, Miller.

[14] Si se simultanea repetidas veces la actuación de dos estímulos neutros, a y b, se establece una conexión temporal entre ellos. Para demostrarla se incluye el estímulo «a» en un reflejo condicional, de retirada de la pata (por ejemplo, a un shock eléctrico). Tras varias repeticiones «a» produce una reacción de retirada. Ahora se hace actuar separadamente «b»; se logra igualmente la reacción de retirada (B ..... A ..... shock ..... R. retirada).

elementos de recepción capaces de percibir el agente en cuestión. Estamos frente a una vasta síntesis llevada a cabo por esta parte del encéfalo.

Es más: la relación temporal condicional llega a un grado extremo de especialización y de fragmentación de los estímulos condicionales y de las funciones del organismo, sobre todo en la función motriz esquelética en general y la de los músculos que participan en el lenguaje. Nos encontramos ante un análisis más sutil, producto de la actividad de los hemisferios cerebrales. De aquí la gran extensión y profundidad de la adaptabilidad y del equilibrio del organismo respecto al medio exterior. La síntesis es, evidentemente, un fenómeno de conexión nerviosa. Y ¿qué es el análisis, en tanto que fenómeno nervioso? Se presentan aquí varios fenómenos fisiológicos distintos. El análisis descansa, ante todo, en la actividad de las terminaciones periféricas de todos los nervios aferentes del organismo. Todas estas terminaciones están especialmente dotadas para transformar una determinada clase de energía (sea interior, sea externa) en un proceso de excitación nerviosa que inmediatamente es conducido a las células específicas, poco numerosas, de los segmentos inferiores del sistema nervioso central, al igual que a las innumerables células especializadas de los hemisferios cerebrales. Desde allí el proceso de excitación nerviosa se expande irradiando hacia otras células situadas a mayor o menor distancia. Esto explica que cuando, por ejemplo, elaboramos un reflejo condicional a partir de un tono determinado, los demás tonos, e incluso otros muchos sonidos, provocan la misma reacción condicional. En la fisiología de la actividad nerviosa superior este fenómeno se llama generalización de los reflejos condicionales. Por consiguiente, en este caso, los fenómenos de irradiación y conexión se producen simultaneamente. Acto seguido la acción va limitándose progresivamente y el proceso de excitación se concentra en un punto [15] minúsculo de los

[15] El concepto de «punto» cortical en Pávlov es manifiestamente mecanicista. Como hemos propuesto en otras ocasiones,

hemisferios, probablemente en una agrupación celular específica. Esta limitación se produce con la máxima rapidez bajo la influencia de otro proceso nervioso fundamental llamado inhibición, que tiene lugar de la manera siguiente: ante todo obtenemos un reflejo condicional generalizado a partir de un tono determinado. Proseguimos nuestro experimento acompañándolo ininterrumpidamente del reflejo incondicional que servirá de refuerzo. Paralelamente vamos a utilizar otros ruidos ocasionales que no reforzaremos. Estos perderán paulatinamente su eficacia hasta alcanzar incluso el tono más próximo al del reforzado. Por ejemplo: con un tono de 500 vibraciones por segundo se obtendrá una respuesta, mientras que uno de 498 vibraciones, si ha sido diferenciado, no dará ningún resultado. En lo sucesivo los tonos que han quedado sin efecto permanecen inhibidos, lo que se demuestra del siguiente modo: si inmediatamente después de emplear un tono inhibido se prueba el efecto de un tono condicionado constantemente reforzado, éste o no actuará o lo hará de forma más débil que de ordinario. De ello se deduce que la inhibición que ha hecho que cesase la acción de los tonos extraños ha tenido una repercusión sobre el tono condicionado. Pero esta acción es fugaz y desaparece si se aumenta el intervalo entre los tonos eliminados. En conclusión: podemos decir que el proceso de inhibición, al igual que el de excitación, es irradiante, teniendo en cuenta que a medida que aumenta la frecuencia de los tonos no reforzados se restringe la irradiación. El proceso de inhibición se concentra cada vez más, en el tiempo y en el espacio. Por consiguiente el análisis comienza por el trabajo específico de los aparatos periféricos de los nervios aferentes y termina en los hemisferios cerebrales por el proceso de inhibición. El caso de inhibición que hemos descrito se llama «inhibición diferencial».

resultaría más apropiado hablar de estructuras dinámicas de excitación (y en su caso de inhibición).

He aquí otros ejemplos de inhibición: generalmente, cuando se desea obtener un valor más o menos constante y determinado del efecto condicional, se prolonga durante cierto tiempo la acción del estímulo condicionado, al que se añade inmediatamente un estímulo incondicionado para reforzarlo. Durante los primeros segundos o minutos de la excitación, según la duración de la aplicación aislada del estímulo condicionado, no se registra ningún efecto, ya que esta excitación, por ser señal prematura del estímulo condicionado, es inhibida. Este es el análisis de los diversos momentos de la excitación prolongada. La inhibición expuesta se llama inhibición del reflejo retardado y proporciona sus correctivos a la acción del estímulo condicionado (en tanto que señal), que puede llegar a anularse si el excitante no es ayudado en el momento oportuno por el estímulo incondicionado.

Es la inhibición extintiva, que dura cierto tiempo y desaparece por sí misma. El refuerzo del estímulo condicionado acelera el restablecimiento del reflejo inhibitorio. Por tanto hay estímulos condicionados positivos —es decir, que provocan un proceso de excitación en el córtex cerebral—, estímulos condicionados y negativos —que provocan un proceso de inhibición—. En los casos citados se trata de una inhibición específica de los hemisferios cerebrales: una inhibición cortical. Surge, en condiciones determinadas, allí hasta donde entonces no existía, varía en su extensión y desaparece en otras circunstancias, lo que la distingue de la inhibición más o menos estable y constante de los segmentos inferiores del sistema nervioso central. Por este motivo se llama inhibición interna, por contraste con la otra llamada externa. Sería más exacto llamarla inhibición condicionada elaborada. La inhibición interviene en el funcionamiento de los hemisferios cerebrales tan incesante, precisa y completamente como el proceso de excitación.

Los estímulos llegados del exterior a los hemisferios cerebrales pueden establecer conexiones con islotes [16] de

[16] La noción de islotes aislados es consecuencia inmediata del

excitación. Si en aquel momento la corteza se encuentra en estado de inhibición, los mismos estímulos pueden entrar en relación temporal, siguiendo el principio de la simultaneidad, con el estado de inhibición cortical. Esto se debe a que estos estímulos tienen una acción inhibidora, a que desencadenan por sí mismos un proceso de inhibición en el córtex, a que parten de estímulos condicionados negativos. En estos casos, al igual que en los descritos antes, nos encontramos con una transformación del proceso de excitación en proceso de inhibición, de lo que podemos percatarnos si recordamos que los aparatos periféricos de los nervios aferentes transforman ininterrumpidamente las diversas energías en un proceso de excitación nerviosa. ¿Por qué, pues, no habría de transformarse la energía del proceso de excitación en energía inhibidora si las condiciones son favorables para ello?

Como acabamos de ver, cuando los procesos de excitación e inhibición se han desarrollado en los hemisferios empiezan por extenderse e irradiarse, para luego concentrarse reuniéndose en su punto de partida. Es una de las leyes fundamentales del sistema nervioso central, ley que en los hemisferios cerebrales se manifiesta en su plenitud por toda la movilidad y complejidad que les caracteriza. El primer lugar entre las condiciones que rigen el desencadenamiento y la marcha de la irradiación y de la concentración de estos procesos corresponde a la intensidad de ambos. Los datos reunidos hasta ahora permiten afirmar que en un proceso de excitación débil tiene lugar la irradiación; si el proceso es de intensidad media, se produce concentración; si es muy intenso, resurge la irradiación. Sucede exactamente lo mismo con el proceso de inhibición. Los casos de irradiación en los procesos muy intensos se encuentran con poca frecuencia, por cuyo motivo son menos estudiados, sobre todo en lo que se refiere a la inhibición. La irradiación de un proceso de

concepto de punto y, como tal, susceptible de las mismas consideraciones.

excitación débil como fenómeno pasajero pone de manifiesto un estado de excitación latente debida a otro estímulo actual (pero demasiado débil para manifestarse [17]) o a una excitación reciente o, en fin, a una excitación que después de varias repeticiones, ha dejado tras ella un tono funcional elevado en un punto determinado. Por otra parte, esta irradiación suprime el estado de inhibición de otros puntos de la corteza. Es lo que hemos llamado desinhibición, cuando la onda irradiante de un agente débil extraño transforma un estímulo condicionado negativo en otro de acción opuesta, positivo. Un proceso de excitación de fuerza media se concentra en un lugar limitado y se manifiesta bajo la forma de cierto trabajo. Cuando la excitación es muy fuerte, la irradiación condiciona un tono cortical elevado y los demás estímulos producen el máximo efecto. La irradiación del proceso de inhibición débil constituye lo que se llama hipnosis [18] y se manifiesta claramente en los dos componentes, secretor y motor, de los reflejos condicionales alimenticios. Cuando la inhibición se produce en las condiciones anteriormente citadas (inhibición diferencial u otras), es corriente la aparición de estados particulares de los hemisferios cerebrales. Ante todo, y en contra de la regla que en estado normal establece un paralelismo más o menos fiel entre la intensidad física del estímulo y la magnitud del efecto obtenido, todos los estímulos empleados se igualan en cuanto a su efecto (fase de igualación). A continuación los estímulos débiles producen más saliva que los fuertes (fase paradójica). Finalmente, se establece una desnaturalización completa de los hechos: un estímulo condicionado positivo permanece sin efecto, mientras que uno negativo produce la salivación (fase ultraparadójica). Lo mismo observamos en la reacción motriz: cuando se ofrece la comida al perro (acción de estímulos condicionados naturales) se aparta de ella; cuando la retiramos se lanza a

[17] Excitación latente. Estado de excitación de baja intensidad que no se traduce en signos objetivos.

[18] Como puede observarse, este concepto de la hipnosis es bien distinto al profano.

ella. Además, en el estado de hipnosis, en los casos de reflejos condicionales alimenticios, es posible observar a veces la propagación progresiva de la inhibición a la región motriz del córtex. Ante todo, la lengua y los músculos masticadores se paralizan; inmediatamente después se produce la inhibición de los músculos del cuello y del tronco. La propagación de la inhibición en el cerebro puede provocar a veces un estado cataléptico [19] y, finalmente, el sueño completo. El estado de hipnosis, por su naturaleza inhibitoria, entra fácilmente en relación condicionada temporal, por simultaneidad, con numerosos agentes exteriores.

El proceso de inhibición se concentra cuando se intensifica o refuerza, lo que nos lleva a la delimitación, en la región cortical, de puntos en estado de excitación y puntos en estado de inhibición. Teniendo en cuenta que el córtex contiene una multitud de puntos, excitados e inhibidos, relacionados tanto con el mundo exterior (visión, audición, etc.) como con el interior (motilidad, etc.), podemos deducir que constituye un mosaico grandioso en que alternan puntos de calidad distinta y en que los procesos de inhibición y excitación se hallan en diversos grados de intensidad. De modo que el estado de vigilia de actividad en el hombre y en el animal consiste en una fragmentación dinámica y al mismo tiempo localizada del estado de inhibición y de excitación del córtex; fragmentación más o menos extendida que ofrece un contraste con el estado somnoliento, en el que la inhibición se halla en la cumbre de su intensidad y de su expansión, abarcando uniformemente toda la masa de los hemisferios y otros estratos más bajos. Sin embargo, durante el sueño algunos puntos de excitación pueden permanecer en actividad en la corteza: equivalen a puestos de guardia, de vigía. Por consiguiente, en el estado de vigilia los dos procesos pueden quedar en un equilibrio dinámico, en una especie de mutua competición. Cuando un gran número de estímu-

[19] Estado en que el animal de experimentación conserva de modo pasivo las actitudes que le impone el investigador. Obsérvese también aquí la diferencia con el criterio profano.

los, internos y externos, desaparece repentinamente del córtex, el proceso de inhibición predomina sobre el de excitación. Los perros a los que se han destruido los principales exteroceptores (óptico, auditivo y olfativo) pueden dormir hasta veintitrés horas por día.

Además de la ley de concentración e irradiación de los procesos nerviosos, existe otra ley fundamental permanentemente activa: la de la inducción recíproca. De acuerdo con esta ley, el efecto de un estímulo condicionado positivo aumenta cuando actúa directa o inmediatamente después de un agente inhibidor concentrado, del mismo modo que el efecto del estímulo inhibidor será más preciso y profundo si sucede a un estímulo positivo concentrado. La inducción recíproca se hace notar tanto alrededor del punto de excitación o de inhibición, durante su acción, como en el mismo punto, tan pronto cesa ésta. Es evidente que la ley de irradiación y concentración, así como la de inducción recíproca, están estrechamente relacionadas y se limitan, equilibran y refuerzan mutuamente, determinando una correlación más exacta de la actividad del organismo con el medio ambiente. Estas dos leyes se manifiestan a todos los niveles del sistema nervioso central: en los hemisferios cerebrales, como nuevos focos de excitación e inhibición; en los niveles inferiores, como puntos más o menos permanentes. En la teoría de los reflejos condicionales, la inducción negativa, es decir, la aparición de la inhibición o su intensificación alrededor del punto de excitación, recibió antaño el nombre de inhibición externa cuando el reflejo condicional considerado disminuía o desaparecía bajo la influencia de un estímulo accidental extraño, provocando frecuentemente, por parte del animal, un reflejo de orientación [20]. Esto indujo a reunir bajo el término general de inhibición interna los casos de inhibición extintiva u otros descritos anteriormente, los cuales se producen sin intervención de estímulos extraños. Además de estos dos casos diferentes de inhibición, existe un tercero que se manifiesta en los hemisferios cerebrales:

[20] Reflejo de orientación; véase léxico.

cuando los estímulos condicionales son físicamente muy intensos, no se cumple la regla de proporcionalidad directa entre la magnitud del efecto y la intensidad física de los agentes estimulantes. Su efecto no sólo no aumenta, sino que es inferior al de los estímulos moderados. Este fenómeno se llama inhibición supraliminar [21] y aparece tanto en el caso de un estímulo condicional de acción muy fuerte como en el de la suma de estímulos muy débiles por sí mismos. Naturalmente, pertenece a los casos de inhibición refleja. Una clasificación más precisa de los casos de inhibición nos conduce ya sea a la inhibición constante, incondicionada (inhibición de inducción negativa, inhibición supraliminar), ya sea a la inhibición temporal, condicionada (inhibición de extinción, diferencial y de retardo). Sin embargo, desde un punto de vista físico-químico, estas diferentes clases de inhibición pueden ser consideradas como un solo y único proceso que aparece en distintas circunstancias y condiciones.

La repetición en condiciones uniformes de los estímulos de origen interno y externo que actúan en un periodo determinado facilita y acaba por fijar, con carácter automático, el establecimiento y el reparto en el córtex de las zonas correspondientes de inhibición o de excitación. Se forma de este modo en el córtex un estereotipo dinámico [22] (una sistematización), cuyo mantenimiento requiere un gasto, cada vez más débil, de energía nerviosa. Pero este estereotipo se vuelve inerte, difícil de romper y de sobrepasar, en circunstancias nuevas y bajo la influencia de estímulos desacostumbrados. La elaboración inicial de un estereotipo es, según la complejidad del sistema de estímulos, muy difícil y representa en ocasiones un trabajo extraordinario.

El estudio de los reflejos condicionales en un gran número de perros ha hecho surgir, paulatinamente, la idea de la diversidad de sistemas nerviosos en distintos animales, hasta obtener datos suficientes para clasificar estos

[21] Supraliminar; véase léxico.
[22] Estereotipo dinámico; véase léxico.

sistemas nerviosos según sus rasgos fundamentales. Rasgos que son esencialmente tres: la intensidad de los procesos nerviosos fundamentales (excitación e inhibición), su equilibrio y su movilidad. Las combinaciones reales de estos tres factores constituyen cuatro tipos más o menos diferenciados de sistema nervioso. De acuerdo con la intensidad, los animales se dividen en tipos fuertes y débiles. A su vez, y según el equilibrio de sus procesos nerviosos, los animales fuertes se dividen en equilibrados y no equilibrados. Los equilibrados y fuertes se dividen en lábiles e inertes. Esta clasificación corresponde aproximadamente a la clásica sistematización de los temperamentos. Existen, pues, animales fuertes, pero no equilibrados, en los cuales los dos procesos son potentes, pero la excitación predomina sobre la inhibición. Serían, según Hipócrates, los coléricos, tipo excitable e impulsivo. El tipo flemático de la sistematización clásica correspondería al tipo fuerte de animales bien equilibrados, pero inertes, calmosos y lentos. El fuerte, bien equilibrado, lábil, muy vivo y móvil, encajaría en el de los sanguíneos. Finalmente, los melancólicos hipocráticos corresponderían al tipo débil. Rasgo común de este tipo es su facilidad de inhibición, producto de la debilidad constante de la inhibición interna que irradia sin dificultad y resultado sobre todo de la influencia de la inhibición externa producida por cualquier clase de estímulo externo, incluso los más insignificantes. Por lo demás, este tipo es menos uniforme que los precedentes. Son animales en los que los dos procesos se muestran débiles en la misma medida o animales con inhibición prontamente agotada, agitados y que miran sin cesar a su alrededor o, por el contrario, animales inexpresivos, rígidos y que fácilmente se envaran. La causa de esta diversidad reside, naturalmente, en que los animales de un tipo débil, al igual que los de tipo fuerte, no sólo se distinguen entre sí por la intensidad de los procesos nerviosos, sino por otros rasgos. Sin embargo, la preponderancia de una debilidad excesiva, ya sea de la inhibición, ya sea de los dos procesos nerviosos, anula toda importancia vital en la variación de estos otros

rasgos. La constante y fuerte facilidad de la inhibición transforma a estos animales en inválidos de idéntico grado.

El tipo es la forma congénita, constitucional, de la actividad nerviosa del animal: el genotipo. Pero como desde su nacimiento el animal se halla sometido a las más variables influencias del medio ambiente, a las cuales forzosamente ha de responder por actividades determinadas que a menudo se fijan para toda la vida, sucede que la actividad nerviosa real y definitiva del animal es una amalgama de las características del tipo con las modificaciones debidas al medio exterior o, dicho de otro modo, del fenotipo o carácter. La exposición precedente está formada por un conjunto de datos fisiológicos indiscutibles obtenidos por la reproducción objetiva del funcionamiento fisiológico, normal, de los segmentos superiores nerviosos. El estudio de cualquier parte del organismo animal debe empezar, y de hecho así ocurre generalmente, por el del funcionamiento normal. Lo que, sin embargo, no impide que ciertos fisiólogos afirmen que los hechos expuestos nada tienen que ver con la fisiología. Un ejemplo de conservadurismo, no infrecuente en la ciencia...

No es difícil relacionar de modo natural y directo este trabajo fisiológico llevado a cabo por el segmento superior del sistema nervioso central con numerosas manifestaciones de nuestra vida subjetiva.

Tal como hemos indicado antes, la conexión condicional es, con toda evidencia, lo que se ha llamado una asociación por simultaneidad. La generalización de la conexión condicional corresponde a lo que se designa con el término «asociación por similitud». La síntesis y el análisis de los reflejos condicionados (asociaciones) son, en esencia, los mismos procesos de nuestra actividad mental. Cuando estamos sumergidos en una meditación o absortos en un trabajo cualquiera, nada vemos ni oímos de cuanto sucede a nuestro alrededor. Es un caso evidente de inducción negativa. ¿Quién sería capaz de separar en los reflejos incondicionales complejos (instintos) lo que es del dominio de la fisiología, lo somático, de lo psíquico, es

decir, de las poderosas sensaciones de hambre, atracción sexual, cólera, etc., que se experimentan simultaneamente? Nuestros sentimientos de lo agradable y lo desagradable, de lo fácil y lo difícil, de la alegría y la tristeza, del triunfo y del fracaso, están relacionados, sea con la transformación de los más potentes instintos y de sus estímulos en sus correspondientes acciones, sea con su inhibición con todos los grados de facilidad o dificultad en la realización de los procesos nerviosos en los hemisferios cerebrales, tal y como observamos en los perros capaces o incapaces de resolver problemas nerviosos de variado grado de dificultad. Nuestras emociones contrarias son, naturalmente, fenómenos de inducción recíproca. La irradiación de la excitación nos lleva a decir y hacer cosas que jamás admitiríamos en estado sosegado. Sin lugar a dudas, la onda de excitación ha transformado la inhibición de ciertos puntos en un proceso positivo. La drástica disminución de la memoria del presente —fenómeno habitual en la vejez— significa una disminución, debida a la edad, de la movilidad del proceso de excitación, una forma de inercia.

Cuando en la evolución del mundo animal se llega a la fase humana, una aportación muy considerable viene a añadirse a los mecanismos de la actividad nerviosa. En el animal la realidad es señalada casi exclusivamente por excitaciones, y sus huellas en los hemisferios cerebrales son conducidas directamente a las células especiales de los receptores visuales, auditivos y otros del organismo. Es lo que en nuestro lenguaje subjetivo corresponde a las impresiones, a las sensaciones y a las representaciones del mundo circundante, ambiente natural y social, excepto la palabra leída u oída. Es el primer sistema de señales de la realidad que nos es común con los animales. El lenguaje constituye el segundo sistema de señales de la realidad y es específicamente nuestro, siendo la señal de las primeras señales. Si bien es verdad que las múltiples excitaciones del lenguaje nos han alejado de la realidad (cosa que debemos recordar continuamente para no dejar que se deformen nuestras actitudes para con la

realidad), no lo es menos que el lenguaje ha hecho de nosotros lo que somos: hombres, extremo en el que no hay que entrar en detalle aquí. Sin embargo, no puede caber ninguna duda de que las leyes que han sido establecidas para el primer sistema de señales deben regir el trabajo del segundo, ya que se trata del mismo tejido nervioso.

La prueba más convincente de que el método de los reflejos condicionales ha llevado por el buen camino el estudio del segmento superior del cerebro y ha permitido identificar las funciones de este segmento con las manifestaciones de nuestra vida subjetiva reside en los experimentos ulteriores sobre los reflejos condicionales de los animales, reproduciendo los estados patológicos del sistema nervioso del hombre (neurosis [23] y ciertos síntomas mentales). En muchos casos nos ha sido posible curar al animal y devolverle a su estado normal, lo que prueba un conocimiento científico total del objeto de nuestro estudio. El estado normal de la actividad nerviosa consiste en el equilibrio de todos los procesos descritos que participan en él. La perturbación de este equilibrio constituye un estado patológico, una enfermedad. Ahora bien: en el estado normal, mejor dicho, relativamente normal, existe ya un cierto desequilibrio. De aquí que la probabilidad de trastornos mentales esté claramente relacionada con el tipo de sistema nervioso. Los perros pertenecientes a los tipos extremos —el excitable y el débil— son los que con mayor frecuencia aquejan trastornos nerviosos durante los experimentos demasiado laboriosos. Naturalmente, puede romperse el equilibrio de tipos fuertes y robustos por medios excepcionales y muy violentos. Las condiciones difíciles que provocan una alteración crónica del equilibrio nervioso son: el agotamiento en los pro-

[23] La metodología inaugurada por Pávlov para el estudio de las neurosis experimentales, esto es, para el conocimiento de los trastornos de la actividad nerviosa superior (dominio antes reservado a filósofos y psicólogos introspeccionistas), con estímulos adecuados a la acción nerviosa integrada, es un paso definitivo en la estructuración de una psiquiatría científica.

cesos de excitación y de inhibición y la colisión brutal de los dos procesos opuestos. Dicho de otro modo: el agotamiento de la movilidad de estos procesos. Tenemos un perro al que se ha elaborado un sistema de reflejos condicionales que responden a estímulos de intensidad física variada; estos reflejos son positivos o negativos y son suscitados de forma estereotipada en el mismo orden y con los mismos intervalos. Siempre que empleamos estímulos condicionados de una intensidad física excesiva o cuando prolongamos el tiempo de acción de los estímulos inhibidores, los tipos extremos caen rápidamente en un estado patológico crónico. El mismo efecto se obtiene por la elaboración de una diferenciación demasiado sutil, por el aumento del número de reflejos inhibidores entre los reflejos condicionales, por la alternancia de procesos de sentido contrario, por la acción simultánea de estímulos condicionados opuestos, por el cambio brutal de estereotipo dinámico o por la transposición de estímulos condicionados que obran en un orden determinado. La neurosis del tipo excitable se exterioriza por una debilitación notoria que llega hasta la desaparición casi total del proceso inhibidor, que en estado normal es ya inferior al proceso de excitación. Las discriminaciones elaboradas, pero todavía no estables, son desinhibidas completamente; la extinción de los reflejos se retrasa excesivamente, el reflejo retardado se transforma en uno a corto plazo, etc. El animal pierde todo comedimiento y se muestra muy nervioso durante el experimento: se vuelve violento o, lo que es más raro, cae en una somnolencia que jamás había experimentado antes. En el tipo débil la neurosis es casi exclusivamente de carácter depresivo. La actividad refleja condicionada se vuelve caótica y cada vez más inexistente; en el curso del experimento, el animal está casi continuamente en una de las fases del estado hipnótico (ausencia de reflejos condicionales y rechazo del alimento que se le ofrece).

Las neurosis experimentales persisten en la mayoría de los casos durante meses e incluso años. Varios procedimientos curativos han sido experimentados con éxito en

los casos de neurosis prolongadas. En el estudio de los reflejos condicionales, cuando nos encontrábamos con animales incapaces de utilizar la inhibición, empleábamos, desde hacía mucho tiempo, el bromuro, que resultaba muy útil. Por una diversa y prolongada serie de las más variadas experiencias sobre los reflejos condicionales en los animales, se ha demostrado, sin lugar a dudas, que el bromuro se relaciona directamente no con la excitación —que no disminuye como habitualmente se creía—, sino con la inhibición, que por su acción se refuerza y tonifica. Se ha comprobado que el bromuro es un potente regulador y rehabilitador de la función nerviosa trastornada, siempre que se calculen exactamente las dosis en función del tipo y estado del sistema nervioso [24]. Para un perro de tipo fuerte y con un estado todavía satisfactorio de su sistema nervioso pueden darse grandes dosis, del orden de los 2 a 5 gramos por día, mientras que en uno de tipo débil deberán administrarse dosis mínimas (centígramos o incluso milígramos). Con este procedimiento, administrado el bromuro durante una o dos semanas, se llega a veces a curar radicalmente una neurosis crónica experimental. Recientemente se ha obtenido un gran efecto terapéutico, especialmente en casos muy graves, con la combinación del bromuro y de la cafeína, siempre y cuando se utilicen dosis minuciosamente calculadas y se tenga en cuenta la interacción de los dos componentes. A veces, aunque de modo menos rápido y completo, se llega a curar a los animales concediéndoles un reposo más o menos duradero, pero regular [25], o eliminando los trabajos más difíciles en el sistema de reflejos condicionales.

Es lógico relacionar estas neurosis de los perros con la

[24] Toda la moderna psicofarmacología, las modificaciones introducidas en el comportamiento normal y patológico por los psicofármacos, no hacen sino confirmar en la práctica la línea de investigación trazada por Pávlov.

[25] Este es el punto de partida de la terapéutica por el sueño. En la escuela pavloviana alcanzó notable difusión el sueño condicionado (inducido por estímulos inhibidores). La farmacología moderna, al suministrar medicamentos eficaces y de escasa acción tóxica, ha desplazado, en la práctica, a la técnica condicionada.

neurastenia [26] humana, tanto más cuanto que ciertos neurólogos insisten en señalar la existencia de dos formas de esta enfermedad: la agitada y la depresiva. Podemos incluir en este grupo ciertas neurosis traumáticas y ciertos estados de reactividad patológica. Admitiendo la existencia de dos sistemas de señales de la realidad en el hombre, comprenderemos mejor la naturaleza de dos neurosis humanas: la histeria [27] y la psicastenia [28]. Si según el predominio de uno u otro de los sistemas de señales, los hombres pueden dividirse en dos grupos distintos, los pensadores y los artistas, será lógico que en los casos de enfermedad o desequilibrio general del sistema nervioso los primeros sean psicasténicos y los segundos histéricos.

El estudio fisiológico de la actividad nerviosa superior nos ofrece, además de la elucidación del mecanismo de las neurosis, la llave de ciertos aspectos y manifestaciones de las psicosis [29]. Prestemos, ante todo, nuestra atención a ciertas formas de delirio, concretamente a la variedad denominada delirio de persecución (llamada por Janet [30]

[26] Neurastenia o enfermedad de Bear. Si bien la moderna nosología psiquiátrica ha abandonado este viejo concepto, su realidad clínica es manifiesta. Por él se entendía un cuadro clínico con manifestaciones de cansancio, cefalea en casco, insomnio, irritabilidad, palpitaciones, descenso de la tensión arterial, dolores en la espalda, tristeza de ánimo, abatimiento, etc., etc.

[27] Cuadro clínico polimorfo que se ha convertido en el centro de la investigación psiquiátrica desde las célebres observaciones de Charcot. La aproximación de la escuela pavloviana al estudio de la histeria ha aportado notable precisión al conocimiento de los procesos fisiopatológicos que, si bien no condicionan la génesis, cuando menos explican, en algunos de sus aspectos, la sintomatología. (Parálisis, anestesias, etc.)

[28] Neurosis definida por Janet como opuesta al histerismo. Fundamentalmente se manifiesta por obsesiones, angustia, fobias.

[29] Por una petición de principio el término psicosis se opone, en cierto modo, al de neurosis. Los criterios siempre debatidos para establecer su diferenciación, son, en verdad, poco convincentes.

[30] Pierre Janet (1859-1947), profesor de la Sorbona y médico del hospital de la Salpetriere, fue un continuador de Charcot y un pionero en la carrera por establecer las bases científico-naturales de las neurosis que él entendió, sustancialmente, como «un

«sentimientos de posesión» y por Kretschmer «inversión»). El enfermo es perseguido precisamente por aquello de lo que intenta huir. Quiere mantener secretos sus pensamientos y continuamente le parece que son descubiertos y conocidos por todo el mundo; desea la soledad y, si bien está solo, es atormentado por la idea de que alguien más está con él en su habitación.

Kretschmer relata el caso de dos muchachas que, llegadas a la pubertad, experimentaron una atracción sexual por ciertos hombres. Por alguna razón rechazaron esta atracción. Entonces fueron presas de una idea obsesiva: les parecía, con gran pesar por su parte, ya que por encima de todo valoraban la castidad, que su excitación sexual era tan patente en su rostro que todo el mundo se daba cuenta. Seguidamente una de ellas llegó a experimentar la sensación muy clara de que alojaba a la serpiente tentadora de Eva en el Paraíso, el tentador sexual, que, reptando dentro de su cuerpo, subía hasta su boca. La otra muchacha creía estar embarazada. Es el fenómeno llamado por Kretschmer [31] inversión. Desde el punto de vista de su mecanismo, este fenómeno es indudablemente idéntico al del sentimiento de posesión. Consiste en un estado patológico subjetivo que puede ser explicado fácilmente como una manifestación fisiológica de la fase ultraparadójica. Bajo la influencia del estado de inhibición y de depresión en que se encontraban las dos muchachas, la idea de la virginidad, por sí sola un poderoso estímulo positivo, se transformó en su contrario, llegando a constituir una verdadera sensación. A una le parecía que albergaba en su cuerpo al tentador sexual; a la otra, ser presa de la idea del embarazo como resultado del trato sexual. Igualmente sucede en los enfermos que

trastorno o detención en la evolución de las funciones psíquicas».

[31] Ernst Kretschmer, psiquiatra alemán conocido entre el gran público por sus trabajos sobre la estructura corporal y el carácter, ejerció gran influencia en el pensamiento psiquiátrico europeo. Fue un observador sagaz, pero sus deducciones desbordan seriamente los principios básicos del método científico.

aquejan un «sentimiento de posesión». La idea positiva, potente, «yo estoy solo», se transforma en condiciones parecidas en una idea completamente opuesta: «Alguien está siempre a mi lado.» Se observa a menudo, en el curso de los experimentos con reflejos condicionales en estados de dificultad y patológicos del sistema nervioso, que una inhibición temporal produce una mejora provisional de estos estados; en un perro con un estado catatónico [32] pronunciado se observó una considerable mejoría de una afección nerviosa crónica y tenaz, casi una curación completa que se mantuvo muchos días. Hay que señalar que en el curso de afecciones nerviosas experimentales observamos casi siempre manifestaciones hipnóticas aisladas, lo que nos autoriza a admitir que éste es un procedimiento normal que la naturaleza utiliza en la lucha fisiológica contra el factor patógeno. Esto explica el porqué la forma catatónica o fase de la esquizofrenia [33] compuesta casi exclusivamente por síntomas hipnóticos deba ser considerada como una inhibición fisiológica protectora que limita o suspende el funcionamiento del cerebro enfermo amenazado por un agente nocivo, todavía desconocido, capaz de producir una alteración profunda, e incluso la destrucción definitiva. La medicina sabe muy

[32] La catatonia no es una enfermedad. Es un síndrome observable en la esquizofrenia pero también, como es aquí el caso, en otras circunstancias bien distintas (encefalitis, intoxicaciones, algunos tumores cerebrales, etc.). No es posible dar una definición de la catatonia. Sólo cabe describirla: el sujeto catatónico parece inanimado; en unos casos, como una estatua de cera (si se le impone una actitud, la mantiene prolongadamente, obedece automáticamente las órdenes, imita los gestos, etc.); en otros, como una estatua de mármol, rígido, impenetrable a los estímulos. Contrariamente a uno y otro estado, surgen, a veces, períodos de gran actividad expresiva, incluso con inquietud y agitación; esta actividad, en todo caso, es pobre de matices y va desde movimientos automáticos sencillos hasta crisis de furor.

[33] Esquizofrenia. Término introducido en psiquiatría por el médico suizo Bleuler (1911) en un intento de dar unidad a múltiples enfermedades mentales en las que existe disociación de la personalidad y una progresiva disolución de las relaciones del paciente con su medio. Las críticas al concepto de esquizofrenia han sido, y son aún, diversas.

bien que la primera medida curativa en casi todas las enfermedades consiste en poner al órgano enfermo en reposo. La prueba de que nuestra interpretación del mecanismo de la catatonia corresponde a la realidad reside de forma concluyente en el hecho de que sólo esta forma de la esquizofrenia da un porcentaje bastante considerable de curaciones a pesar de la larga duración del estado catatónico (a veces hasta veinte años). Desde este punto de vista, cualquier tentativa de tratar a los catatónicos con estimulantes es absolutamente nociva. Por el contrario, puede esperarse un mayor número de curaciones añadiendo al reposo fisiológico de estos enfermos por inhibición un reposo artificial en un ambiente de gran tranquilidad, separándoles de los otros enfermos agitados y de las incesantes y violentas excitaciones del mundo exterior.

Cuando se estudian los reflejos condicionales, además de las afecciones corticales generales, se observan a veces casos muy interesantes de una afección funcional experimental que afecta a zonas aisladas en el córtex. Tomemos por ejemplo un perro con un sistema de reflejos variados entre los cuales los hay que están basados sobre fenómenos acústicos distintos —tono, ruido, tic-tac del metrónomo, timbre, etc.— y enfermemos uno de los puntos de aplicación de estos estímulos condicionados dejando intactos los demás. Por los procedimientos descritos anteriormente se ha hecho enfermar una zona aislada de la corteza. La afección tiene manifestaciones de forma e intensidad diversas. La alteración más leve consiste en un estado hipnótico crónico: esta área produce una fase de igualación o una fase paradójica en lugar de la relación normal entre la magnitud de la excitación producida y la intensidad física del estímulo. Basándonos en lo precedente, esto podría ser interpretado como una medida de protección fisiológica de la zona cortical en dificultades. En otros casos se produce el fenómeno inverso. El reflejo positivo se vuelve particularmente tenaz: se agota más lentamente que. los reflejos normales o se deja influir menos fácilmente por la acción inhibidora sucesiva de los estímulos condicionados negativos. Se distingue, a menudo, de los

otros reflejos condicionales por su intensidad considerable, lo que no sucedía antes de la enfermedad. Así pues, el proceso de excitación de este punto se ha hecho crónica y patológicamente inerte. La excitación de la zona patológica puede quedar sin efecto en los puntos del córtex que corresponden a otros estímulos o, por el contrario, puede ser imposible tocarlo con un estímulo sin destruir de un modo o de otro todo el sistema de reflejos. Puede admitirse que en enfermedades de zonas aisladas del córtex, donde predominan tan pronto los procesos de inhibición como los de excitación, el mecanismo patológico consiste precisamente en una ruptura de equilibrio entre estos procesos opuestos: se debilita más uno que otro. Se ha comprobado que en los casos de inercia de los procesos de excitación el bromuro coadyuva eficazmente a la supresión de este estado porque estimula la inhibición.

La conclusión que sigue no podrá ser considerada fantástica. Si, como se ha visto, el estereotipo, la iteración y la perseveración tienen su origen en la inercia patológica del proceso de excitación de ciertas células motrices, el mecanismo de la neurosis obsesiva y el de la paranoia[34] serán, verosímilmente, el mismo. Se trata tan sólo de distintas células o grupos celulares conectados, de una manera u otra, a nuestras sensaciones y a nuestras imágenes. Así una sola serie de sensaciones y de imágenes, conectadas con células enfermas, toma un carácter de estabilidad anormal y se opone a la acción suspensora de una multitud de otras sensaciones e imágenes que corresponden mucho más a la realidad debido al estado normal de sus células. Otro fenómeno observado frecuentemente en el estudio de los reflejos condicionados patológicos y que tiene una relación directa con las neurosis y psicosis humanas es el de la periodicidad cíclica de la actividad nerviosa. La actividad nerviosa perturbada presenta osci-

[34] Paranoia: término con significado diverso para las distintas escuelas psiquiátricas. En su acepción más generalmente admitida traduce un delirio crónico, insidioso e inconmovible con conservación absoluta de las facultades psíquicas.

laciones más o menos regulares. Aquí se observa al principio una fase de extrema debilidad (los reflejos condicionales son caóticos, desaparecen frecuentemente o son mínimos); después, al cabo de unas semanas o meses, espontáneamente y sin razón aparente, todo vuelve más o menos al orden para reaparecer seguidamente en una nueva fase de actividad patológica. Los periodos de debilitación o de intensificación funcional patológica se suceden cíclicamente. Resulta imposible no reconocer en estas oscilaciones una analogía con la ciclotimia [35] y con la psicosis maniacodepresiva. Sería muy natural atribuir esta periodicidad patológica a un trastorno de las relaciones normales entre los procesos de excitación e inhibición. Como los procesos opuestos no se limitan mutuamente a su debido tiempo y en su propia medida y obran de modo excesivo e independiente, el resultado de su trabajo alcanza el límite; sólo en este caso uno de los procesos puede sustituir al otro. Entonces entra en juego otra periodicidad desmedida: dura semanas y meses, en lugar de la periodicidad diaria, más corta y fácil. Finalmente, debemos mencionar una forma muy violenta observada hasta este momento en un solo perro. Es la extrema fuerza explosiva del proceso de excitación. Ciertos estímulos aislados e incluso todos los estímulos condicionados producen un efecto excesivo y precipitado (tanto motor como secretor), que desaparece bruscamente mientras dura la acción del estímulo: cuando el reflejo alimenticio es reforzado, el animal rechaza la comida. Se trata, evidentemente, de una fuerte labilidad patológica del proceso de excitación, que corresponde en clínica humana a la debilidad irritativa. En ciertas condiciones pueden observarse formas moderadas de este fenómeno en los perros.

[35] Psicosis maníaco-depresiva (locura circular, ciclotimia, psicosis periódica). Enfermedad mental caracterizada por alteraciones periódicas del estado de ánimo alterando la exaltación (manía) con la depresión. Es clásico atribuir su individualización al psiquiatra alemán Kraepelin. Sin embargo, fue descrita por primera vez (siglo XVIII) por un médico español, Andrés Piquer, al analizar la enfermedad que padeció nuestro rey Fernando VI. Piquer la denominó afecto melancólico-maníaco.

En circunstancias apropiadas, la totalidad de estos síntomas nerviosos se manifiesta tanto en los perros no sometidos a intervención quirúrgica como (especialmente algunos síntomas de la periodicidad cíclica) en los animales castrados; o sea, en un terreno patológico. Numerosos experimentos han demostrado que el síntoma que predomina en los últimos es la extrema debilidad del proceso de inhibición; sin embargo, los animales fuertes acaban por recuperar el equilibrio con el tiempo.

Para terminar, conviene insistir sobre la coincidencia y fusión de las manifestaciones de la vida subjetiva con los fenómenos fisiológicos cuando comparamos la fase ultraparadójica con los sentimientos de posesión e inversión, por un lado, y la inercia patológica del proceso de excitación con la neurosis obsesiva y la paranoia, por el otro.

3. Psicología y psicopatologia experimentales en los animales [1]

El lenguaje de los hechos es más elocuente que el de las palabras. Por ello me tomo la libertad de ir directamente a los datos experimentales que me permiten apoyar el tema escogido para esta comunicación.

Vais a oír cómo un fisiólogo ha sido empujado a pasar de problemas puramente fisiológicos al dominio de los fenómenos habitualmente llamados psicológicos. A pesar de lo súbito, esta transición se ha llevado a cabo de un modo completamente natural y —lo que me parece más importante— sin cambios en los principios metodológicos. Durante un prolongado estudio de varios años sobre la actividad normal de las glándulas digestivas y el análisis de las condiciones constantes de sus funciones, he tropezado con manifestaciones de orden psíquico que habían sido observadas ya por otros. No había ninguna razón para dejarlas de lado, ya que contribuyen considerable y permanentemente a la buena marcha de los fenómenos

[1] Pávlov pronunció este discurso en Madrid en una sesión del Congreso Internacional de Medicina celebrada en abril de 1903 (descrito por Cajal en su autobiografía).

estudiados. Si quería profundizar el tema en la medida de lo posible, mi obligación era ocuparme de ellas. Inmediatamente surgía la pregunta: ¿cómo? La exposición de lo que sigue nos dará la respuesta.

Voy a detenerme tan sólo en una parte de nuestros datos: los experimentos efectuados sobre las glándulas salivares, que son órganos de un papel fisiológico aparentemente muy restringido pero que van a ser —estoy convencido de ello— objeto clásico de estudio en el dominio de nuevas investigaciones, de las que tengo el honor de exponeros hoy los primeros intentos, en parte logrados y en parte en estado de proyecto.

Al observar la actividad normal de las glándulas digestivas no puede dejar de sorprendernos el elevado grado de su adaptación funcional. Dad al animal alimentos sólidos y secos: segrega una gran cantidad de saliva. Dadle un alimento rico en agua: segregará menos.

Evidentemente, la degustación química de los alimentos, su masticación y la formación del bolo alimenticio exigen la presencia de agua que proporcionan las glándulas salivares. Las glándulas submaxilares producen una secreción que actúa sobre todos los alimentos, una saliva rica en mucina, lubrificante, que facilita el paso del alimento al estómago. También se segrega saliva por acción de sustancias químicas irritantes, como los ácidos, las sales, etc. La cantidad y composición de la saliva dependen del grado de irritación provocado por esas sustancias. Se trata, en realidad, de neutralizarlas y diluirlas, de limpiar la boca, como nos lo demuestra, en nosotros mismos, la experiencia cotidiana. En estos casos las glándulas salivares segregan una saliva acuosa, pobre en mucina. ¿Para qué serviría ésta en tales circunstancias? Si se introducen en la boca de un perro unos guijarros limpios de cuarzo insoluble, el animal los pasea de un lado a otro de su cavidad bucal, trata a veces de masticarlos y, finalmente, los escupe. En este caso no hay secreción de saliva o, como máximo, se segregan una o dos gotas. De hecho: ¿para qué serviría la saliva? Introduzcamos ahora arena, es decir, los mismos guijarros limpios

pero de menor tamaño, en forma más fragmentada. El animal segregará mucha saliva. Es fácil comprender que sin ésta en la cavidad bucal la arena no podría ser expulsada ni conducida al estómago.

Nos hallamos ante hechos precisos y constantes que parecen demostrar la existencia de una especie de discernimiento cuyo mecanismo es, sin embargo, muy claro. En efecto: la Fisiología dispone, desde hace mucho tiempo, de datos sobre los nervios centrífugos de las glándulas salivares, que unas veces hacen segregar una saliva rica en agua y otras la hacen enriquecerse con sustancias orgánicas especiales. Por otra parte, la pared interna de la boca presenta lugares con una irritabilidad especial para distintos estímulos (mecánicos, químicos o térmicos). Estas distintas clases de irritabilidad, a su vez, se subdividen; por ejemplo, la química puede consistir en sensibilidad a los ácidos, a las sales, etc. Lo mismo puede suponerse en lo referente a la irritabilidad mecánica. De cada una de estas regiones, dotadas de una irritabilidad específica, salen nervios centrípetos especiales.

De este modo, las reacciones de adaptación están basadas en un simple reflejo originado por unas condiciones externas definidas que actúan tan sólo en ciertas clases de terminaciones de nervios centrípetos, desde donde la excitación se propaga hacia el centro por una vía nerviosa apropiada, y desde allí, por un camino también apropiado, se dirige a la glándula en la que provoca su función específica.

Dicho en otros términos: es una influencia exterior específica que provoca una reacción específica de la materia viva. Estamos frente a un típico ejemplo de lo que se llama adaptación o conformidad con fin. Prestemos atención a estos hechos y a estos términos, que tienen un papel definitivo e importante en el pensamiento fisiológico contemporáneo. ¿Qué es, exactamente, la adaptación? De lo dicho anteriormente deduciremos que es una exacta coordinación entre los elementos de un sistema complejo, y también entre el conjunto de este sistema con el medio ambiente.

Lo mismo podemos observar en cualquier cuerpo inanimado, por ejemplo un cuerpo químico complejo. Este cuerpo subsiste gracias al perfecto equilibrio existente entre sus átomos y los grupos de átomos y, asimismo, al equilibrio entre su conjunto y las condiciones externas.

De igual modo, los organismos superiores e inferiores sólo pueden existir como un conjunto en su grandiosa complejidad cuando sus partes constituyentes están estrecha y exactamente coordinadas y equilibradas entre sí y con las condiciones del medio ambiente. El análisis de las condiciones de equilibrio de un sistema es el trabajo más importante, el fin de las investigaciones fisiológicas puramente objetivas. Probablemente todos estaréis de acuerdo con este punto. Desgraciadamente, todavía carecemos de un término rigurosamente científico para designar este principio fundamental de la actividad del organismo: su equilibrio interno y externo. Las nociones de conformidad y adaptación conservan para algunos (a pesar del análisis biológico realizado por Darwin) las huellas del subjetivismo, lo que engendra una confusión en dos direcciones opuestas. Los partidarios de una concepción físico-mecánica de la vida atribuyen a estas palabras una filiación anticientífica, un retroceso en relación con el objetivismo puro, hacia la especulación y la teleología. Los biólogos de tendencia filosófica [2] ven en cada hecho de adaptación o conformidad la prueba de la existencia de una fuerza vital o, como se dice cada vez con mayor frecuencia, de una fuerza espiritual (puede comprobarse que el vitalismo se ha transformado en animismo) que se fija en un objetivo, escoge sus medios, se adapta, etc.

En los experimentos sobre las glándulas salivares ya relatados nos mantenemos en los límites de las investigaciones rigurosamente biológicas. Prosigamos nuestra

[2] El aparente menosprecio que el lector pueda presuponer en estas palabras hacia la filosofía es consecuencia de la falta de precisión de Pávlov; en efecto, no aclara específicamente a qué filosofía se refiere. Por el contexto parece indudable que se trata de la filosofía animista.

exposición y pasemos al dominio de unos fenómenos aparentemente muy distintos.

Todos los objetos que hemos citado anteriormente como estimulantes de las glándulas salivares en la boca, actuando de forma diferente al mismo tiempo que determinada, continúan ejerciendo la misma acción —por lo menos en el aspecto cualitativo— cuando están a cierta distancia del perro. Los alimentos secos provocan abundante salivación; los jugosos, poca. Las glándulas mucosas segregan una saliva lubrificante y espesa sobre los alimentos. En cambio, las sustancias no comestibles e irritantes condicionan la secreción de una saliva acuosa, pobre en mucina, en todas las glándulas submaxilares, incluidas las secretoras de mucus. Los guijarros que se enseñan al animal no excitan la actividad de las glándulas; la arena, por el contrario, excita la secreción. Estos hechos han sido obtenidos y sistematizados en mi laboratorio por el doctor S. G. Wulfson. El perro ve, oye y olfatea estas sustancias, y se lanza a ellas si son comestibles; pero se aparta y se opone a la introducción de las mismas en su boca cuando le son desagradables. Ante estos hechos, hay que reconocer que se trata de una reacción psíquica: la estimulación psíquica de la función de las glándulas salivares.

¿Qué ha de hacer el fisiólogo con esos datos? ¿Cómo definirlos? ¿Cómo analizarlos? ¿Qué representan en comparación con los datos fisiológicos? ¿Qué hay de común y qué de distinto entre ambos? ¿Debemos penetrar en el estado interior del animal y representarnos a nuestro modo sus sensaciones, sentimientos y deseos para llegar a la comprensión de estos nuevos hechos?

En mi opinión, el naturalista no puede dar más que una respuesta a esta última pregunta: un «no» categórico.

¿Dónde hallaremos un criterio más o menos discutible, pero justo? ¿Podemos comparar —para lograr un mayor conocimiento de los hechos— el estado interior de un animal, aunque sea tan altamente evolucionado como el perro, con el nuestro? Prosigamos. ¿No es un

hecho lamentable, repetidas veces comprobado, que en la vida la mayor parte de la gente no se comprende, no puede ponerse en la situación de los demás? ¿Nos permiten nuestros conocimientos reproducir con seguridad y exactitud el estado interior de otro ser?

En nuestras experiencias psíquicas (por el momento continuaremos empleando este término) sobre las glándulas salivares, empezamos por intentar explicar concienzudamente los resultados obtenidos, dando rienda suelta a nuestra imaginación acerca del estado subjetivo posible del animal. No obtuvimos más que discusiones estériles y algunas opiniones personales aisladas e incompatibles. No nos quedaba otro camino que el de proseguir nuestros experimentos dentro de un terreno puramente objetivo, proponiéndonos, como trabajo de máxima urgencia e importancia, abandonar la tendencia natural a referir nuestro estado subjetivo al mecanismo reactivo del animal; concentrar toda nuestra atención en el estudio de las relaciones entre los fenómenos externos y la reacción del organismo, es decir, el trabajo de las glándulas salivares.

La realidad tenía que decidir la posibilidad del estudio de nuevos fenómenos según estas directrices. Me atrevo a pensar que la exposición os convencerá tanto como a mí de que en este caso se nos abre un campo ilimitado de investigaciones profundas, una inmensa segunda parte de la fisiología del sistema nervioso, que establece fundamentalmente las relaciones recíprocas no entre las distintas partes del organismo (de ello nos hemos ocupado hasta ahora) sino entre el organismo y el medio que le rodea. Es lamentable que hasta ahora la influencia del medio sobre el sistema nervioso sólo se haya estudiado en lo que concierne a la reacción subjetiva, cuando en realidad pertenece a la fisiología actual de los órganos de los sentidos.

En nuestras experiencias psíquicas, tenemos a nuestro alrededor determinados factores externos que excitan al animal provocándole una reacción determinada, como pueda ser la de las glándulas salivares. Tal como acaba-

mos de demostrar, la influencia de estos factores es, en lo esencial, exactamente la misma que en los experimentos fisiológicos cuando las sustancias entran en contacto con la mucosa bucal. Se trata, en realidad, de una adaptación más avanzada, ya que la acción sobre las glándulas se produce por la mera aproximación del estímulo a la boca.

¿Qué características diferenciales hay en estos nuevos fenómenos en comparación con los fisiológicos? A primera vista parece que la diferencia consiste en que mientras en la forma fisiológica la sustancia entra en contacto directo con el organismo, en la psíquica actúa a distancia. Pero si reflexionamos con mayor detenimiento, nos daremos cuenta de que esta circunstancia no constituye por sí sola una diferencia esencial. La diferencia queda reducida a que en el caso del experimento psíquico las sustancias ejercen su acción sobre superficies del cuerpo específicamente excitables (nariz, oídos, ojos), utilizando como intermediarios los medios en que se hallan el organismo y las sustancias citadas (aire, éter). ¡Cuántos reflejos fisiológicos simples desencadenan la nariz, los ojos y los oídos, reflejos que son, por consiguiente, reflejos a distancia!

De esto se deduce que la diferencia esencial entre estos nuevos fenómenos y los puramente fisiológicos no reside en que la sustancia química entre en contacto directo, o no, con el organismo.

Hay que profundizar más. A mí me parece que el buen camino se halla en la comparación de los hechos siguientes. En el fenómeno fisiológico la actividad de las glándulas salivares está ligada a las propiedades de la sustancia sobre las que recaerá la acción de la saliva. Esta humedece lo seco, lubrifica la masa que ha de deglutirse, neutraliza la acción química de las sustancias. Estas propiedades son de hecho estímulos especiales que obran sobre la mucosa oral, específicamente sensible. Por consiguiente, en la experiencia fisiológica el animal es excitado por propiedades esenciales, incondicionadas, del agente, en relación con el papel fisiológico de la saliva.

En los experimentos psíquicos, el animal es estimulado por propiedades del objeto exterior, sin importancia para las glándulas salivares y, a veces, completamente accidentales. Las propiedades lumínicas, acústicas e incluso las puramente aromáticas de los objetos dados, no tienen, por sí mismas, ninguna influencia sobre las glándulas salivares cuando se dan en otros objetos. Las glándulas salivares, a su vez, no mantienen, por así decirlo, ninguna «relación de negocio» con dichas propiedades. En el experimento psíquico asumen el papel de estímulos no sólo estas propiedades del objeto, sin importancia para la función de las glándulas, sino también todo cuanto rodea a estos objetos y cuanto, de un modo u otro, se relaciona con ellos: el recipiente donde se ponen los alimentos, la habitación o el lugar donde se realiza el experimento, las personas que sirven la comida, los ruidos producidos por éstas (incluso cuando en aquel momento no están visibles), sus voces, el ruido de sus pasos, etc. Así, en los experimentos psíquicos, las conexiones con los factores que excitan las glándulas salivares van siendo cada vez más lejanas y sutiles. No hay duda de que nos hallamos ante un hecho de adaptación más avanzada. Admitamos que, en este caso, una relación tan lejana y compleja como la que se establece entre los ruidos tan característicos de los pasos de una persona que comúnmente lleva la comida al animal y la excitación de las glándulas salivares no ofrece una particular importancia fisiológica a no ser la de su gran precisión. Pero bastará imaginarse el caso de un animal cuya saliva contenga un veneno defensivo para apreciar la gran importancia vital de esta preparación preventiva del medio de defensa al aproximarse un enemigo. La importancia decisiva de las señales advertidoras de los objetos a distancia en el caso de una secreción motriz del organismo es patente para todos. Gracias a estas señales lejanas e incluso a veces accidentales, el animal puede encontrar el alimento, escapar del enemigo, etc.

Llegados a este punto, el centro de gravedad de nuestro estudio se desplaza hacia la siguiente pregunta: ¿Es

posible reducir el aparente caos de relaciones a sus límites precisos, hacer que los fenómenos sean constantes y descubrir sus leyes y mecanismos? Los ejemplos que voy a relataros creo que me autorizan a responder con un «sí» categórico a esta pregunta. También nos permiten hallar, en la base de estos experimentos psíquicos, el mismo reflejo específico como mecanismo fundamental y constante. En su forma fisiológica —salvo en casos extraordinarios— nuestro experimento dará siempre el mismo resultado: un reflejo incondicional. El rasgo característico fundamental del experimento psíquico es su inconstancia, su apariencia caprichosa. Sin embargo, es posible reproducir el resultado del experimento psíquico. De no ser así resultaría inoportuno ocuparnos de él aquí. Todo el problema reside en el mayor número de condiciones que se requieren, en este caso, en comparación con el del experimento fisiológico. Se trata, ahora, de un reflejo condicional.

Pasemos a los hechos que prueban que nuestros materiales psicológicos pueden ser incluidos en un esquema definitivo con unos límites precisos y ser sometidos a leyes. Estos hechos han sido obtenidos en mi laboratorio por el doctor I. Tolochinov.

A partir de los primeros experimentos, no es difícil darse cuenta de las condiciones fundamentales que garantizan su éxito, es decir, la constancia de sus resultados. Cuando hacemos un experimento sobre las glándulas salivares, con el alimento a distancia, su resultado depende de la preparación del animal con cierto grado de ayuno. Un animal hambriento proporciona resultados positivos; por el contrario, el más ávido y voraz dejará de reaccionar a distancia frente al alimento si previamente ha ingerido una comida abundante. Desde el punto de vista fisiológico, podemos decir que nos hallamos ante reacciones del centro de las glándulas salivares muy distintas en intensidad: en el primer caso, muy elevada; en el segundo, muy disminuida. Razonablemente podemos admitir que, del mismo modo que el contenido de ácido carbónico en la sangre determina la energía del centro

respiratorio, las variaciones de la excitabilidad y de la reactividad de los centros salivares vienen condicionadas por la distinta composición de la sangre del animal saciado o del hambriento. Desde el punto de vista subjetivo, estos hechos corresponderían a lo que se llama la «atención». En ayunas, «la boca se hace fácilmente agua» sólo con ver los alimentos; cuando se ha comido bien, esta reacción es muy débil o inexistente [3].

Prosigamos. Si mostramos reiteradamente al animal un alimento u objeto que le es desagradable, los resultados obtenidos irán perdiendo intensidad a medida que se repita la experiencia y hasta que el efecto quede anulado. Un medio seguro de renovarlo consiste en dar de comer al perro —o introducirle en la boca— sustancias que ya han dejado de excitarlo. Se obtiene un reflejo directo, después del cual el objeto volverá a actuar a distancia. Para el resultado definitivo lo mismo da introducir en la boca del animal comida que una sustancia desagradable. Por ejemplo, si el polvo de carne ha dejado de actuar a distancia, para restablecer el efecto es indiferente dar de comer carne al animal que introducirle ácido (o sea una sustancia desagradable) en la boca. Podemos decir que la excitabilidad del centro de las glándulas salivares ha aumentado gracias al reflejo directo y que, en estas circunstancias, un estímulo débil —la vista del objeto— vuelve a ser suficiente para provocar la reacción. ¿No es lo mismo que nos ocurre cuando se nos despierta el apetito al empezar a comer o cuando desaparece después de excitaciones desagradables?

He aquí otra serie de hechos constantes. Un objeto

[3] Obsérvese cómo el animal no está sometido *pasivamente* a las influencias del medio. Ante todo, el estado funcional de sus centros nerviosos (hambre, saciedad) condicionan la intensidad de la respuesta en grado análogo a como la condiciona el estímulo. Así pues, aun dentro del condicionamiento clásico de Pávlov la dinámica interactuante organismo-medio es bien patente. Con posterioridad, el condicionamiento de Tipo II (Konorski, Miller) vino a reforzar cuanto antecede. Este tipo de condicionamiento es el referido por Pávlov en el capítulo «Mecanismo fisiológico de los movimientos voluntarios» incluido en esta antología.

actúa como estímulo a distancia de las glándulas salivares no sólo por el conjunto de sus propiedades sino también por ciertas propiedades aisladas. A veces para determinar una reacción salivar basta con acercar al perro la mano con olor a carne o polvo de carne. Del mismo modo, la visión del alimento lejano —por consiguiente, su efecto óptico— puede provocar la salivación. Sin embargo, la acción combinada y simultánea de todas las propiedades produce un efecto mayor y más seguro. Es decir, la suma de excitaciones produce una acción más intensa que la de los estímulos aislados.

Un objeto actúa a distancia no sólo por sus propiedades constantes sino también por alguna propiedad accidental que se le añade. Si teñimos de color negro un ácido, el agua sometida a la misma coloración actuará también a distancia sobre las glándulas salivares. Sin embargo, las cualidades accidentales atribuidas al objeto no podrán actuar a distancia sin que antes este objeto provisto de la nueva propiedad haya estado por lo menos una vez en contacto con la mucosa bucal: El agua negra, por ejemplo, no puede actuar a distancia sin que antes se introduzca ácido teñido de negro en la boca del animal. Las propiedades que estimulan los nervios olfativos están también condicionadas en relación con las glándulas salivares. Los experimentos verificados en nuestro laboratorio por el doctor Snarski han demostrado que los reflejos fisiológicos simples de las glándulas salivares debidos a estimulaciones procedentes de la cavidad nasal tienen su origen en fibras sensitivas del trigémino. El amoníaco, el aceite de mostaza, etc., ejercen una acción siempre segura sobre el animal curarizado, acción que desaparece cuando los nervios trigéminos le son seccionados. Los olores carentes de acción local irritante dejan en reposo a las glándulas salivares. Si en un primer experimento sometemos a un perro portador de fístulas permanentes a la acción del olor del aceite de anís, no se producirá ninguna salivación. Pero si al mismo tiempo en que el olor se difunde rozamos ligeramente la mucosa bucal con este mismo aceite (que es un revulsivo local

violento), inmediatamente el olor bastará por sí solo para provocar la reacción. Si se combina un objeto comestible con uno repugnante o simplemente con una de las propiedades que inspiran asco (por ejemplo, si se muestra a un perro carne mojada con ácido), a pesar de que el animal se siente atraído por la carne se obtiene una salivación de las glándulas parotídeas (que no segregan saliva ante la vista de la carne sola), es decir, la reacción típica frente a una sustancia desagradable. Todavía más: si el efecto a distancia producido por un objeto desagradable ha sido atenuado por repetición, para reforzarlo bastará con adjuntar este objeto a sustancias comestibles por las que el animal se siente atraído.

Como antes hemos dicho, las sustancias comestibles secas provocan una salivación intensa; por el contrario, las jugosas producen muy poca —o ninguna— saliva. Si actuamos sobre un perro haciéndole ver dos objetos de cualidades contrarias —como pan seco y carne cruda—, el resultado variará en función del objeto que, a juzgar por la acción motriz, excite más al animal. Si, como sucede normalmente, el perro es más estimulado por la carne, tan sólo se dará una reacción hacia ella pero no habrá salivación. En tal caso el pan queda sin efecto. Podemos aromatizar el pan con salchichón o carne de modo que tan sólo el pan actúe sobre la vista, y obtener, sin embargo, la reacción provocada por la carne o el salchichón.

La influencia a distancia de los objetos puede suspenderse por otros procedimientos. Si al lado de un perro ávido y excitable damos de comer pan seco a otro perro, las glándulas salivares del primero, que hasta entonces reaccionaban vivamente a la vista del pan, quedan ahora sin reacción.

Si se sube a un perro por primera vez a una mesa, la vista del pan seco, que cuando el animal estaba en el suelo acababa por producir una fuerte reacción de las glándulas salivares, deja de surtir efecto. Acabo de citaros unos ejemplos que se repiten con exactitud y facilidad. Evidentemente: un gran número de hechos sor-

prendentes en el adiestramiento de animales pertenecen a la misma categoría que algunos de nuestros experimentos. Por consiguiente, atestiguan la existencia desde hace tiempo de leyes fijas en ciertos fenómenos psíquicos de los animales. Es lamentable que tales fenómenos no llamasen antes la atención de la ciencia.

Hasta este momento, en mi exposición no se ha tratado de ningún hecho que corresponda a lo que en lenguaje subjetivo llamamos «deseos». La verdad es que no los hemos encontrado. Por el contrario, ante nosotros se ha repetido constantemente el hecho de que el pan seco —hacia el cual el perro apenas vuelve la cabeza— provoca a distancia una fuerte salivación, mientras que en las mismas condiciones la carne —hacia la que se lanza ávidamente— deja en reposo a las glándulas salivares. Así pues, lo que llamamos deseos en nuestro lenguaje subjetivo, en nuestros experimentos se manifiesta por una reacción motriz del animal, sin que tengan ninguna influencia positiva en el funcionamiento de las glándulas salivares. Por tanto, la frase «un violento deseo excita la función de las glándulas salivares o gástricas» no corresponde, ni de lejos, a la verdad. Yo mismo he sido víctima de esta confusión en mis anteriores trabajos. En nuestros experimentos será preciso, pues, distinguir claramente en lo que respecta a la actividad glandular, entre reacción secretora del organismo y su reacción motriz. Al comparar nuestros resultados con los fenómenos del mundo subjetivo hablaremos no de «deseo» sino de «atención» del perro, condición fundamental para el éxito de nuestros experimentos. La reacción salivar del animal podría ser considerada, en el campo subjetivo, como el sustrato de una imagen pura, elemental; como el sustrato del pensamiento.

A mi parecer, los hechos expuestos anteriormente permiten sacar algunas conclusiones, no carentes de importancia, sobre los procesos que se desarrollan en el sistema nervioso central. Se prestan, también, a un fecundo análisis ulterior.

Estudiemos desde el punto de vista fisiológico algunos de nuestros hechos, en particular el fundamental. Cuando un objeto determinado —un alimento o una sustancia irritante— es puesto en contacto con una zona de la mucosa bucal, las propiedades del objeto que estimulan las glándulas salivares irritan la citada mucosa. Las restantes cualidades no esenciales para la función de las glándulas salivares, así como el medio ambiente del objeto, excitan, al mismo tiempo, otras superficies sensibles del cuerpo. Así pues, entran en relación con los centros nerviosos de las glándulas salivares, a los que, por una vía centrípeta constante, se dirige también la excitación producida por las propiedades esenciales del objeto. Se puede admitir que en este caso el centro nervioso salivar en el sistema nervioso central es el punto de atracción de las excitaciones que provienen de otras superficies sensibles. Pero esta relación, este camino organizado hacia el centro, es muy endeble y se rompe por sí mismo. Se precisa una continua repetición de la acción simultánea ejercida por las cualidades esenciales y accidentales del objeto para que esta conexión se consolide cada vez más. Entonces se establece una relación temporal entre las actividades de cierto órgano y los objetos exteriores. Esta relación temporal y su ley (se refuerza por su repetición y desaparece sin ella) son de enorme importancia para el bienestar y la integridad del organismo. Gracias a ella se desarrolla cada vez más el grado de adaptación y se establece una correspondencia, cada vez más precisa, entre la actividad del organismo y las condiciones del medio ambiente. Las dos partes de la ley tienen la misma importancia: si bien es verdad que el organismo recibe grandes beneficios de esta relación temporal con el objeto, no lo es menos que es sumamente necesario poder romperla cuando ya no corresponde a la realidad. De otro modo, las relaciones del animal con el mundo exterior se volverían caóticas.

Prestemos atención a otro hecho: ¿cómo explicarnos fisiológicamente que el aspecto de la carne anule el efecto producido por el del pan sobre la parótida, es decir,

que la saliva que antes se segregaba a la vista del pan cese de producirse cuando se excita simultáneamente al animal con la carne? Podemos pensar que a una cierta reacción motriz hacia la carne corresponde una fuerte excitación del centro motor y que, en consecuencia, según la ley enunciada, disminuye la excitación de otras regiones del sistema nervioso central y por tanto su excitabilidad (en particular la de los centros salivares). Confirma esta suposición el experimento de suspensión, en un perro ávido, del efecto a distancia del pan sobre las glándulas salivares, cuando damos de comer este pan a otro perro en su presencia. En este caso la reacción motora hacia el pan es muy acentuada. El experimento sería mucho más convincente si tuviésemos a nuestro alcance un perro que prefiriese los alimentos secos a los jugosos y que manifestase en el primer caso una reacción motora más violenta. Tendríamos razón absoluta respecto al primer experimento si este perro no segregase saliva o por lo menos lo hiciese en mucha menor cantidad que un perro ordinario ante un alimento seco. Todos sabemos que, frecuentemente, un deseo demasiado intenso puede inhibir ciertos reflejos específicos.

Entre los hechos citados hay algunos que continúan siendo de difícil explicación desde el punto de vista fisiológico; por ejemplo: ¿por qué un reflejo condicional se vuelve ineludiblemente ineficaz por la repetición? La idea natural de que esto ocurre por la fatiga queda aquí fuera de lugar, ya que se trata de un estímulo débil. Tanto más cuanto que la repetición de la estimulación fuerte en un reflejo incondicional nunca causa una fatiga tan rápida. Se trata, seguramente, de relaciones especiales de la excitación conducida por vías centrípetas accidentales.

Todo cuanto precede nos demuestra que estos nuevos hechos pueden someterse a un estudio objetivo que es, en realidad, puramente fisiológico. Es indudable que este grupo de excitaciones llegadas desde el mundo exterior al sistema nervioso nos revelará leyes de la actividad nerviosa y nos demostrará su mecanismo desde un án-

gulo jamás utilizado o, a lo sumo, apenas entrevisto. A pesar de su complejidad, los nuevos hechos presentan muchas ventajas para la investigación. En el estudio actual del mecanismo del sistema nervioso, los experimentos se hacen con animales que acaban de ser mutilados por una intervención. Por otra parte —y esto es quizás lo más importante— durante los experimentos se excitan los troncos nerviosos, lo que equivale a someter a la misma excitación, y simultáneamente, a una masa de fibras nerviosas muy diversas, combinación que en la realidad no se produce jamás. Es natural que después de haber puesto en un estado caótico al sistema nervioso por la estimulación artificial nos hallemos con serias dificultades para deducir las leyes de su funcionamiento normal. En condiciones naturales, lo mismo que en nuestros nuevos experimentos, las estimulaciones son conducidas separadamente respetando ciertas relaciones de intensidad.

Estas características se extienden, en general, a todos los experimentos psíquicos; pero en el caso de los realizados con las glándulas salivares se nos ofrece una ventaja singular. Dada la naturaleza ya de por sí complicada del objeto de nuestro estudio, sería importante y beneficioso para la investigación poder introducir alguna simplificación. Así se ha hecho en nuestro caso concreto. El papel de las glándulas salivares es tan simple como poco complicadas y fáciles de estudiar e interpretar son sus relaciones con el medio ambiente del organismo. Sin embargo, no hay que creer que el papel fisiológico de las glándulas salivares se reduzca a las funciones hasta ahora indicadas. Ciertamente está muy lejos de ser así. Por ejemplo, el animal se sirve de la saliva para lamer y curar sus heridas, cosa que podemos ver constantemente. Es necesario pensar que en ello reside la razón de que la excitación de diversos nervios sensitivos pueda provocar salivación. Pensemos que las relaciones fisiológicas de las glándulas salivares están lejos de ser tan complicadas como las de la musculatura esquelética que pone en conexión al organismo con el mundo exterior de tan variadas maneras. La confrontación de la reacción secre-

tora salivar con la reacción motora nos dará la posibilidad, por una parte, de distinguir lo particular de lo general y, por otra, de renunciar a aquellos conceptos e interpretaciones antropomórficas estereotipadas que se han acumulado alrededor de las reacciones motoras de los animales.

Después de haber comprobado la posibilidad del análisis y sistematización de estos fenómenos, la fase siguiente del trabajo (de hecho estamos ya en ella) será la fragmentación y destrucción sistemática del sistema nervioso central con el fin de observar los cambios suscitados en las relaciones ya establecidas. Nos dedicaremos, pues, a un análisis anatómico de estas relaciones. Este será, en un futuro que creo muy próximo, el camino por el que se desarrollará la psicopatología experimental.

Desde este punto de vista, las glándulas salivares prestarán grandes facilidades como objeto de estudio experimental. La parte del sistema nervioso responsable del movimiento es tan extensa y predomina hasta tal punto en la masa cerebral que la destrucción de una parte ínfima de este sistema da resultados indeseables y muy complejos. El sistema nervioso de las glándulas salivares, dada su insignificante función fisiológica, representa una parte mínima de la masa cerebral y, por consiguiente, está repartida en el cerebro de modo tan poco apretado que su destrucción aislada y parcial no acarrea las dificultades descritas para los nervios encargados del movimiento. Es evidente que los experimentos psicopatológicos empezaron cuando los fisiólogos procedieron a las primeras ablaciones de ciertos segmentos del sistema nervioso central y a la observación de los animales que sobrevivían. Los estudios realizados en este campo durante los últimos veinte o treinta años han aportado hechos capitales. Sabemos ya la extrema limitación de las facultades de adaptación después de la ablación, total o parcial, de los hemisferios cerebrales. Sin embargo, estas investigaciones no han sido agrupadas ni proseguidas en un estudio sistemático. Creo que el motivo debe atribuirse a que el investigador no posee todavía un sistema lo suficiente-

mente completo y detallado de las relaciones normales del animal con el mundo exterior que le permita una comparación objetiva y exacta del estado del animal antes y después de la intervención.

Tan sólo el camino de la investigación objetiva nos llevará progresivamente al análisis completo de esta adaptación ilimitada que es, en toda su amplitud, la vida sobre la tierra. ¿El movimiento de la planta hacia la luz y la búsqueda de la verdad por el análisis matemático no son, en su esencia, fenómenos del mismo género? ¿No son los últimos anillos de la casi infinita cadena de adaptaciones realizadas en todo el mundo viviente?

Podemos analizar la adaptación en sus formas más simples basándonos en hechos objetivos. ¿Qué razón habría para cambiar de procedimiento en el estudio de adaptaciones de orden más elevado? El trabajo iniciado en este sentido en distintos niveles de la vida sigue avanzando brillantemente. El estudio objetivo de la materia viva que empieza con la teoría de los tropismos en los seres vivos más elementales puede y debe seguir fiel a sí mismo incluso cuando alcanza las manifestaciones superiores del organismo viviente, los llamados fenómenos psíquicos en los animales superiores.

Tarde o temprano, apoyándose en la analogía o la identidad de las manifestaciones externas, la ciencia aplicará los datos objetivos obtenidos a nuestro mundo subjetivo y, simultáneamente, aclarará en forma inequívoca nuestra tan misteriosa naturaleza y hará comprender el mecanismo y el sentido vital de aquello que más preocupa al hombre: su conciencia y los tormentos de su conciencia. He aquí por qué en mi exposición he tolerado una cierta contradicción en los términos. En el título de mi discurso y a lo largo de todo éste he utilizado el término «psíquico» aun cuando continuamente no he hecho más que presentar investigaciones objetivas dejando de lado lo subjetivo. Los fenómenos vitales llamados psíquicos, a pesar de ser observados objetivamente en los animales, se distinguen, aunque sólo sea por su complejidad, de los fenómenos puramente fisiológicos. ¿Qué

tación dolorosa ni en el curso de la excitación nerviosa ni inmediatamente después.

Nuestros experimentos no sólo demostraron la existencia de un aparato nervioso en las glándulas citadas sino también pusieron de manifiesto ciertos hechos que muestran de un modo muy convincente la participación de estos nervios en la actividad normal.

He aquí un ejemplo impresionante. Practicamos en nuestros perros dos intervenciones que soportan fácilmente y después de las cuales, si se les cuida bien, pueden vivir durante largos años como animales normales y en buen estado de salud. Estas intervenciones consisten en: 1) Sección del esófago a nivel del cuello y sutura aislada de los dos extremos a la piel, de modo que el alimento no pase de la boca al estómago sino que caiga por el agujero practicado en la extremidad superior del tubo; 2) Intervención citada anteriormente y practicada desde hace tiempo, por la cual se introduce una cánula metálica en el estómago a través de la pared abdominal. Lógicamente, los animales han de ser nutridos introduciendo el alimento en el estómago por la cánula. Si lavamos con agua el estómago de uno de estos perros después de varias horas de ayuno y lo alimentamos por vía normal (como se comprenderá, el alimento caerá por el agujero superior del esófago sin llegar al estómago), al cabo de unos minutos empezará a segregarse en el estómago un jugo gástrico muy puro. Esta secreción persiste mientras el animal vaya recibiendo alimento y, a veces, continúa mucho tiempo después de haber terminado la comida ficticia. Es muy abundante, pudiendo obtenerse varios cientos de centímetros cúbicos de jugo gástrico. En nuestro laboratorio lo hemos hecho con varios perros. El jugo obtenido por este procedimiento sirve para la investigación científica y también para el tratamiento de enfermos afectos de insuficiencia funcional de las glándulas gástricas. De este modo las reservas vitales del animal, que puede vivir muchos años (más de siete u ocho) sin manifestar ningún trastorno, son puestas al servicio del hombre.

Del experimento citado se deduce que el solo acto de comer, aunque el alimento no llegue al estómago, condiciona la secreción de las glándulas gástricas. Si seccionásemos a nivel del cuello los nervios vagos del perro, la comida ficticia no provocaría ninguna secreción de jugo gástrico aunque el animal viviese mucho tiempo y en estado de buena salud. Esto demuestra que el estímulo producido por la absorción de los alimentos llega a las glándulas gástricas conducido por las fibras nerviosas contenidas en los vagos.

La sección se practicaba desde hacía mucho tiempo en los animales y resultaba siempre mortal. Durante el siglo XIX, la fisiología aprendió a conocer las numerosas influencias de los vagos sobre los distintos órganos, y distintos experimentos pusieron de manifiesto por lo menos cuatro perturbaciones causadas en el organismo por la sección de estos nervios, cada una, por sí sola, mortal. Con nuestros perros hemos tomado las precauciones requeridas contra estas perturbaciones —una de ellas relacionada con el aparato digestivo— gracias a lo cual nuestros animales vagotomizados continúan disfrutando de buena salud. De este modo han sido deliberadamente eliminadas simultáneamente cuatro causas de muerte. ¡Prueba evidente del poder de una ciencia que considera al organismo como una máquina!

Hace unos diez años este gran hombre a quien deben su existencia las fiestas anuales de la ciencia en Estocolmo nos hizo el honor (a mi amigo el llorado profesor Nentski y a mí) de enviarnos una carta adjuntando una importante cantidad de dinero destinado al mejor de nuestros laboratorios. Alfred Nobel manifestaba en esta carta un vivo interés fisiológico y nos proponía unos cuantos proyectos muy instructivos de experimentación acerca de las tareas supremas de la fisiología: el problema del envejecimiento y el de la muerte de los organismos. Efectivamente la fisiología puede esperar con toda legitimidad grandes victorias en este dominio. Imposible trazar límites a su potencia, que aumentará en el futuro si vamos cada vez más lejos en nuestro conocimiento del

organismo como conjunto de mecanismos extremadamente complejos. He dado una prueba de ello anteriormente.

Volvamos al tema principal de mi conferencia. Al hablar de los estímulos digestivos nada hemos dicho acerca de una categoría de ellos que, durante nuestras investigaciones, ha pasado al primer plano de un modo inesperado. Es verdad —y se sabía desde hace mucho tiempo— que a un hambriento «se le hace la boca agua» a la vista de un manjar suculento. Del mismo modo, la falta de apetito ha sido considerada siempre como indeseable; de donde se deduce que el apetito guarda indudable relación con la digestión. Se había tratado en fisiología de la excitación psíquica de las glándulas salivares y gástricas. Sin embargo, es preciso hacer notar que la excitación psíquica de las glándulas del estómago estaba lejos de ser admitida por todos, y que el eminente papel de la influencia psíquica sobre el mecanismo de la transformación de los alimentos en el tubo digestivo no era apreciado en todo su valor. Nuestras investigaciones nos han llevado a otorgar a estas influencias un papel de primer orden. El apetito, este ávido deseo de alimento, se ha revelado como un estímulo constante y potente de las glándulas digestivas. No hay perro cuyo estómago vacío y en reposo hasta el momento del experimento deje de reaccionar con una abundante secreción ante una hábil provocación con el alimento. Los animales nerviosos y excitables segregan a la sola vista del alimento varios cientos de centímetros cúbicos de jugo gástrico. Los animales tranquilos y sosegados segregan, en las mismas condiciones, tan sólo unos cuantos centímetros cúbicos. Cuando se altera el experimento de un modo determinado, en todos los animales sin excepción tiene lugar una secreción abundante. Es lo que ocurría en el experimento de la comida ficticia, en el que el alimento no puede pasar de la boca al estómago. El análisis muy riguroso y reiteradamente verificado de este hecho nos permitió comprobar que en este caso la secreción no puede ser considerada como el resultado de una simple excitación refleja de la boca y de la faringe producida por el alimento tragado.

Si se vierte en la boca de uno de estos perros cualquier sustancia químicamente estimulante, no se segrega ni una gota de jugo gástrico como respuesta a la excitación. Parecería como si la superficie bucal no pudiese ser excitada por cualquier sustancia química, sino tan sólo por las sustancias específicas contenidas en el alimento absorbido. Sin embargo, nuestras ulteriores observaciones no nos permiten avalar esta suposición. Un solo y mismo alimento actúa de modo totalmente distinto como estímulo glandular, según que el animal lo haya absorbido ávidamente o de mala gana, por imposición. El hecho que sigue es constante: todo alimento ingerido por el perro, en el ejemplo citado, obra como estimulante potente tan sólo cuando es de su gusto. Tenemos que admitir que, en la acción de comer, el deseo ávido de alimento, o sea, un fenómeno psíquico, actúa como estímulo potente y constante. El significado fisiológico de este jugo, al que hemos llamado jugo *de apetito,* reviste excepcional importancia. Si introducimos pan en el estómago de un perro por medio de la cánula metálica sin que el animal se dé cuenta, es decir, sin despertar su apetito, el pan se quedará en el estómago durante una hora sin que sufra ninguna transformación, sin la menor segregación, puesto que no contiene ninguna de las sustancias que excitan las glándulas gástricas. Si el mismo pan es comido por el animal, la porción de jugo gástrico segregado, el jugo del apetito, ejerce una acción química sobre las proteínas del pan y, como se dice habitualmente, las digiere. Entre las sustancias obtenidas de las proteínas transformadas hay algunas que a su vez ejercen una acción excitante sobre las glándulas gástricas. Así se prosigue el trabajo empezado por el apetito, primer estímulo de las glándulas que, lógicamente, va disminuyendo.

Examinando el funcionamiento de las glándulas gástricas hemos podido convencernos de que el apetito actúa sobre ellas no sólo como estímulo general, sino también excitándolas en *distinto grado,* según el objeto que lo suscite. En el caso de las glándulas salivares, constituye una regla el que las variaciones de su actividad, observa-

das en los experimentos fisiológicos, se repitan exactamente en los experimentos con estímulo psíquico, es decir, en aquellos experimentos en que el objeto no entra directamente en contacto con la mucosa bucal, sino que tan sólo atrae la atención del animal a una cierta distancia. Por ejemplo: la vista del pan seco provoca una secreción mucho más intensa que la de la carne, aunque ésta, a juzgar por los movimientos del animal, le inspira mucho más interés. Cuando se provoca a un perro con carne o cualquier otro producto comestible, las glándulas submaxilares segregan una saliva muy concentrada; por el contrario, la vista de sustancias que le asquean condiciona la secreción de una saliva muy líquida. Resumiendo: los experimentos con estímulo psíquico son, a menor escala, la copia exacta de los experimentos con excitación fisiológica de las glándulas, empleando —claro está— las mismas sustancias-estímulo. La psicología tiene, pues, su lugar junto a la fisiología en el trabajo de las glándulas salivares. Es más: la vertiente psicológica de este trabajo parece, a primera vista, menos discutible que la fisiológica. Cuando un objeto cualquiera atrae la atención del perro y provoca la salivación a distancia, estamos en nuestro derecho de reconocer que se trata de un hecho psíquico y no fisiológico. Es preciso todavía demostrar que la salivación que se produce cuando el perro ha comido algo o se le ha introducido una sustancia cualquiera en la boca es un hecho que entraña un fenómeno fisiológico y no un hecho completamente psicológico, dadas las circunstancias particulares que le acompañan. Estas consideraciones corresponden tanto más a la realidad cuanto que, por extraño que nos parezca, la mayor parte de las sustancias introducidas en la boca por ingestión voluntaria o forzosa provocan la misma actividad de las glándulas salivares después de la sección de todos los nervios sensitivos de la lengua. Hay que ir más lejos y recurrir a medidas más radicales (intoxicar a los animales, destruir los segmentos superiores del sistema nervioso central) para convencerse de que existe una relación no sólo psíquica, sino también fisiológica entre los objetos que ex-

citan la cavidad bucal y las glándulas salivares. Estamos, pues, ante dos series de fenómenos en apariencia enteramente distintos. ¿Qué puede hacer el fisiólogo con los fenómenos psíquicos? Imposible no prestarles atención, ya que el funcionamiento de las glándulas digestivas que estamos estudiando va estrechamente relacionado con los fenómenos fisiológicos. Y cuando el fisiólogo desea estudiar tales fenómenos psíquicos, ¿cómo hacerlo?

En nuestro caso, y partiendo del hecho de que nuestras investigaciones arrancan del ejemplo que nos ofrece el estudio de los representantes organizados inferiores del mundo animal y de que deseamos seguir siendo fisiólogos y no transformarnos en psicólogos, decidimos tomar una posición puramente objetiva respecto a los fenómenos psíquicos en nuestros experimentos con los animales. Nos sometimos, ante todo, a una disciplina rigurosa en nuestro modo de pensar y de expresarnos —a no hacer ninguna alusión al estado psíquico del animal—, y limitamos nuestra labor a observar atentamente y a formular con exactitud la acción ejercida a distancia por los objetos sobre el funcionamiento de las glándulas salivares. El resultado correspondió a nuestras esperanzas: las relaciones observadas entre los fenómenos exteriores y las fluctuaciones de la actividad glandular eran susceptibles de ser sistematizadas y estaban sometidas a leyes, ya que podían reproducirse experimentalmente. Con gran alegría nos percatamos de que nuestras observaciones habían dado con un camino preciso y fecundo. Voy a citar ahora algunos de los resultados obtenidos con el uso de este nuevo método.

Si provocamos reiteradamente a un perro mostrándole objetos que inciten la salivación a distancia, la reacción de las glándulas submaxilares va debilitándose progresivamente hasta terminar por anularse. Cuanto más cortos sean los intervalos entre las excitaciones, más pronto será alcanzado el punto cero, y a la inversa. Estas reglas sólo son aplicables en toda su extensión cuando las condiciones experimentales son invariables. Sin embargo, la identidad de condiciones puede ser tan sólo relativa: puede

limitarse a fenómenos del mundo exterior que han estado en conexión una sola vez con la acción de comer o con la introducción forzada de sustancias en la boca del animal. El cambio experimentado por las demás condiciones carecerá de importancia. El experimentador puede verificar fácilmente, incluso en el transcurso de una sola sesión, esta identidad, demostrando que el estímulo a distancia repetido varias veces pierde gradualmente su eficacia. El hecho de que en el transcurso de excitaciones repetidas una sustancia deje de actuar a distancia no presupone el agotamiento de la acción de otra sustancia. Por ejemplo, si la leche deja de actuar, el efecto del pan puede permanecer muy acusado; y si éste pierde su acción con la repetición del experimento, los ácidos u otras sustancias pueden ejercer todavía su plena acción. Estas relaciones explican el verdadero sentido de la identidad de condiciones formulada anteriormente: cualquier detalle del mundo circundante puede actuar como un nuevo estímulo. La pérdida de efecto de un determinado estímulo sólo puede ser compensada y superada con un reposo prolongado que debe durar varias horas. Sin embargo, puede restablecerse en cualquier momento recurriendo a medidas especiales.

Si el pan mostrado repetidas veces deja de excitar las glándulas salivares del perro, basta darle de comer el mismo pan para que la acción ejercida a distancia recobre todo su efecto. Lo mismo sucede con otros alimentos. Es más: si se vierte en la boca del perro algo que provoque la salivación, por ejemplo, ácido, el efecto inicial provocado por la vista del pan puede restablecerse. Como regla general podemos decir que una acción aniquilada es restablecida por todo cuanto excite directamente la actividad de las glándulas salivares.

Sin embargo, esta reacción puede ser también regularmente inhibida por ciertas medidas artificiales. Por ejemplo: haciendo actuar excitantes particularmente intensos sobre la vista o el oído del perro y provocando en el animal una violenta reacción motora, tal como el temblor. Tengo el tiempo limitado, por lo que me daré por satis-

fecho con lo ya dicho y pasaré al análisis teórico de mis experimentos. Los hechos citados pueden fácilmente encuadrarse en el campo del pensamiento fisiológico. La acción ejercida a distancia puede ser designada y considerada como un reflejo. La observación atenta nos demuestra que el trabajo de las glándulas salivares es constantemente estimulado por ciertos fenómenos externos, lo que no establece ninguna diferencia con el reflejo salivar fisiológico normal, a no ser que éste sea despertado desde la superficie bucal mientras que el primero sea provocado desde los ojos, la nariz, etc. La única diferencia entre estos dos reflejos consiste en que el fisiológico es constante, incondicional, mientras que el psicológico varía constantemente y por consiguiente es condicional. Examinando los hechos más minuciosamente nos damos cuenta de otra diferencia notable: en el reflejo incondicional el papel de estimulante es asumido por las propiedades del objeto (como son su sequedad, su dureza, sus propiedades químicas) que obran como estímulos fisiológicos de la saliva. Por el contrario, en los reflejos condicionales intervienen, en calidad de estímulos, ciertas propiedades del objeto que no tienen ninguna relación fisiológica directa con la saliva, como puede ser, por ejemplo, el color. En cierto modo, estas propiedades son como las *señales* de las primeras. Hemos de reconocer en su acción excitante una adaptación más fina y más amplia de las glándulas salivares a las condiciones del mundo exterior. He aquí un ejemplo de ello. Nos preparamos para introducir ácido en la boca de un perro. Evidentemente, es de desear que antes de que el ácido penetre se acumule saliva para preservar la integridad de la mucosa bucal. Por una parte, porque la saliva evita el contacto directo del ácido con la mucosa; por la otra, porque el ácido se diluye, debilitándose con ello su acción nociva. Sin embargo, las señales, por su misma esencia, tienen tan sólo una importancia condicionada; ante todo, porque varían continuamente, y también porque el objeto señalado por ellas no es capaz de entrar en contacto con la mucosa bucal. Consecuentemente, una adaptación más fina con-

sistirá en que las propiedades del objeto que sirven para señalarlo exciten o no las glándulas salivares. Esto es lo que sucede en realidad. Cualquier fenómeno del mundo exterior puede transformarse en una señal temporal de un objeto que estimule las glándulas salivares, haciendo coincidir repetidamente la excitación directa de la mucosa bucal producida por este objeto con la acción ejercida por el fenómeno exterior sobre las otras partes sensibles de la superficie corporal. Actualmente en nuestro laboratorio tratamos de aplicar numerosas combinaciones del mismo género, paradójicas en sumo grado; los primeros resultados obtenidos justifican esta tentativa. Por otra parte, los efectos de las señales instantáneas pueden ser anulados repitiéndolos durante bastante tiempo, sin poner la mucosa bucal en contacto con el objeto correspondiente. Si durante días o semanas enteras hacemos ver a un perro su alimento habitual sin dárselo a comer, sucederá que, a la postre, el aspecto de este alimento dejará de provocar la salivación. El mecanismo de excitación de las glándulas salivares por las «señales advertidoras» de los objetos, es decir, el mecanismo de la «excitación condicionada», es fácilmente imaginable, desde el punto de vista fisiológico, como un fenómeno nervioso. Hemos visto que en la base de cualquier reflejo condicional, es decir, de cualquier excitación provocada por las señales del objeto, se encuentra un reflejo incondicional, o sea, una excitación producida por las cualidades esenciales del objeto. Es preciso, pues, reconocer que el punto del sistema nervioso central que sufre una irritación intensa en el curso de un reflejo incondicional hace que se desvíen hacia él los estímulos más débiles, dirigidos desde el mundo exterior hacia otros puntos del sistema. Es decir, gracias al reflejo incondicional se abre para los demás estímulos exteriores un camino accidental, temporal, hacia el punto central de este reflejo. Las condiciones que actúan en la apertura o en el cierre de este camino, haciéndolo expedito o no, constituyen el mecanismo interno de eficacia o ineficacia de las señales de los objetos del mundo exterior. Son en realidad la base fisiológica

de la reactividad sutil de la materia viva y de la adaptación sumamente fina del organismo animal.

Quiero expresarles mi convicción profunda de que las investigaciones fisiológicas pueden aspirar a obtener grandes progresos siguiendo la trayectoria que acabo de esbozar a grandes trazos [13].

Hablando con propiedad, sólo una cosa nos interesa: el contenido de nuestra vida mental. Su contenido es, y continúa siendo, profundamente oscuro. Para aclarar estas tinieblas, todos los recursos humanos —el arte, la religión, la literatura, la filosofía y las ciencias históricas— han concertado sus esfuerzos. Pero el hombre tiene todavía un potente recurso: las ciencias naturales con sus métodos rigurosamente objetivos. A ellas debemos los gigantescos progresos que estamos alcanzando de día en día. Los hechos y consideraciones que he citado al final de esta conferencia representan uno de los numerosos intentos para utilizar un modo de pensar puramente naturalista, con espíritu de consecuencia, en el estudio del mecanismo de las manifestaciones vitales superiores del perro, ese antiguo amigo del hombre entre los representantes del mundo animal.

[13] Tomar una posición de punto de partida fisiológico para estudiar los fenómenos psíquicos (digamos mejor mentales) no significa negar su existencia, como reiteradamente han criticado a Pávlov conocedores muy superficiales de su obra.

5. Lecciones sobre el trabajo de los hemisferios cerebrales [1]

Lección 1

Uno no puede dejar de asombrarse ante la comparación de los hechos siguientes. Los hemisferios cerebrales, ese segmento superior del sistema nervioso central, constituyen una masa de importancia y una estructura extraordinariamente complicada. Está compuesta por un millar de millones de células (en el hombre, varios millares de millones), lo que equivale a decir centros o núcleos de actividad nerviosa. Las células nerviosas, de ta-

[1] Estas conferencias fueron pronunciadas por Pávlov en 1924 y publicadas dos años más tarde. Con motivo de su tercera edición, en 1935, Pávlov dijo sobre ellas:

«En relación con nuestro material experimental, que ha progresado extraordinariamente desde aquella fecha, se hallan muy retrasadas. Sin embargo, el libro, tal como está, tiene un derecho legítimo para ser publicado. Es la exposición fundamental, y por primera vez sistematizada, de nuestros trabajos. Cubre más de tres cuartas partes del tiempo que hemos consagrado al estudio de la fisiología y patología de la actividad nerviosa superior. Lo restante, el material que hemos acumulado en el curso de los últimos años, puede ser bien comprendido y fijado en la memoria gracias a la teoría científica contenida en este libro.»

maño, forma y disposición distintos, se unen entre sí por las innumerables ramificaciones de sus prolongaciones. Esta complicación en la estructura induce a pensar que la función de los hemisferios cerebrales es de una complejidad grandiosa, lo que llevará a imaginar que el campo de su investigación es para el fisiólogo de una extensión ilimitada.

Pasemos ahora a ciertas consideraciones, para las que nos serviremos del perro —ese compañero y amigo del hombre desde los tiempos prehistóricos— en los distintos cometidos que lleva a cabo: perro de caza, perro guardián, etc. Nos consta que su comportamiento (que está muy lejos de ser simple), su actividad nerviosa superior (¿quién puede negársela?), está relacionada ante todo con los hemisferios cerebrales. Si procedemos a la ablación de estos hemisferios (como lo han hecho Goltz y otros), el perro no sólo no podrá llevar a cabo los cometidos indicados, sino que será incapaz de valerse por sí mismo. Es un gran inválido, condenado a morir si no se le ayuda. Por tanto, hemos visto ya que, de una parte por su estructura y de otra por su función, el trabajo fisiológico realizado por los hemisferios cerebrales es de gran importancia.

¿Y en el hombre? ¿No depende su actividad superior de la integridad estructural y funcional de los hemisferios cerebrales? Tan pronto como de un modo u otro se altera o deteriora la fina arquitectura de estos hemisferios, el hombre se transforma en un enfermo, incapaz de llevar una vida libre entre sus semejantes, y debe ser aislado.

El contenido actual de la fisiología de los hemisferios cerebrales forma un contraste absoluto con la inmensidad de su actividad. Hasta 1870 no existía una fisiología de los hemisferios cerebrales, que eran inaccesibles a la investigación. Al llegar a esta fecha, Fritsch e Hitzig emprenden con éxito su estudio por los métodos fisiológicos habituales: la estimulación y la destrucción. La estimulación de lugares definidos del córtex provoca regularmente la contracción de grupos determinados de la musculatura

esquelética (zona cortical motriz). La extirpación produce ciertas perturbaciones de los grupos musculares que le corresponden.

Poco después, H. Munk, Ferrier [2] y otros demuestran que las restantes regiones del córtex, que hasta entonces parecían insensibles a la estimulación artificial, poseían también una acción propia. La ablación de estas áreas se acompañaba del fallo funcional de ciertos órganos receptores: ojos, oídos, piel.

Estos hechos han sido estudiados escrupulosamente por numerosos autores, que todavía en la actualidad continúan su labor. El tema de estos trabajos ha sido puesto al día y se ha enriquecido con detalles, sobre todo en lo que respecta a la zona motriz, y ha encontrado su aplicación práctica en medicina; sin embargo, no ha llegado todavía a obtener más que algunos datos iniciales.

El comportamiento superior y complejo del animal, comportamiento que se relaciona con los hemisferios cerebrales (como ha demostrado la experiencia reciente y ya citada de Goltz), ha quedado excluido de estas investigaciones y no ha hallado su lugar en el programa de una investigación fisiológica ulterior. ¿Qué información sobre el comportamiento de los animales superiores nos aportan los hechos reunidos por los fisiólogos sobre los hemisferios cerebrales? ¿Dónde se halla el esquema de la actividad nerviosa superior? ¿Y dónde las reglas generales de esta actividad? Los fisiólogos contemporáneos no pueden responder a estas preguntas. ¿A qué se debe que el objeto de la investigación tenga una estructura tan complicada y que el fisiólogo haya entrado en un callejón sin salida al emprender su estudio, en lugar de encontrar ante él, como era de esperar, un campo limitado? ¿Cuál es la causa? La causa existe y está clara. La actividad de los hemisferios cerebrales no ha sido enfocada desde el mismo punto de vista que la de los demás órganos del cuerpo e incluso que la de otras partes del sistema nervioso central. Esta actividad ha sido llamada psíquica y

[2] Véase nota número 3 de «El reflejo condicional».

se ha intentado explicar subjetivamente, es decir, tal como la sentimos en nosotros o tal como por analogía la suponemos en los animales. Ello coloca al fisiólogo en una situación muy extraña y difícil; pues si bien parece que el estudio de los hemisferios cerebrales, al igual que el de las restantes partes del organismo, debe ser de su competencia, esta disciplina pertenece al dominio de una ciencia especial: la psicología. ¿Qué debe hacer el fisiólogo? ¿Debe pertrecharse con métodos y conocimientos psicológicos para abordar el estudio de la actividad cortical? Surge aquí una complicación esencial. Está claro que la fisiología en su estudio de la vida se apoya en ciencias cada vez más avanzadas y exactas —la mecánica, la física, la química—. En el caso objeto de nuestro estudio sucede lo contrario: tendría que basarse en una ciencia que no puede vanagloriarse de ser más perfecta que la fisiología. Tanto es así que, hasta hace poco, se discutía la legitimidad de la inclusión de la psicología en la clasificación de las ciencias naturales o simplemente de las ciencias. Sin entrar a fondo en la cuestión, algunos hechos me parecen muy significativos. Los propios psicólogos no consideran que su ciencia sea exacta. Recientemente, James [3], uno de los mejores psicólogos americanos, llamaba a la psicologa «una ciencia en perspectiva». Un ejemplo más significativo nos lo da Wundt [4] (primero fisiólogo y más tarde celebrado psicólogo y filósofo), fundador de la llamada «psicología experimental». En 1913, un año antes de la guerra, en las universidades de Alemania se intentó separar la Psicología de la Filosofía en dos cátedras independientes. Wundt se opuso a esta separación alegando, entre otras razones, que era imposible establecer un programa único de psicología obligatorio para los exámenes, ya que cada profesor tiene sus ideas

[3] William James (1842-1910) desarrolló como psicólogo las ideas de Lange sobre las emociones: la llamada teoría periférica (las emociones serían consecuencia de las modificaciones orgánicas; «estamos tristes, porque lloramos; estamos alegres, porque reímos»).

[4] Véase nota número 5 del capítulo «El reflejo condicional».

acerca de la esencia de esta materia. ¿No nos proporciona esto una clara idea de que la psicología no puede incluirse aún entre las ciencias exactas? Siendo así, el fisiólogo no tiene razón alguna para recurrir a la psicología. En vista del desarrollo alcanzado por las ciencias naturales, es lógico esperar no que la psicología ayude en el estudio de la fisiología de los hemisferios cerebrales, sino que, por el contrario, el análisis exacto y científico de la vida subjetiva se base en el estudio fisiológico de éstos en los animales. Por consiguiente, el fisiólogo debe seguir su camino, trazado ya desde hace mucho tiempo. Hace trescientos años Descartes [5], considerando que la actividad de los animales —en oposición a la del hombre— era automática, estableció la noción de reflejo, acto fundamental del sistema nervioso. Toda actividad del organismo es la respuesta necesaria de éste ante algún agente del mundo exterior en la que el órgano activo se encuentra con el agente dado en una relación de causa a efecto, relación que se establece por medio de una determinada vía nerviosa. De esta manera el estudio de la actividad nerviosa de los animales se planteaba con sólida base naturalista y científica. Durante los siglos XVII, XVIII y XIX se utilizó la noción de reflejo para el estudio de los segmentos inferiores del sistema nervioso central. Se fue ascendiendo progresivamente de nivel hasta que Magnus [6], el continuador de Sherrington [7], demostró, después de los

[5] Véase la referencia a Descartes en «Respuesta de un fisiólogo a los psicólogos».

[6] Fisiólogo holandés que demostró que el tono muscular y la actividad motora están regulados por centros nerviosos localizados en el cerebro y cerebelo. Magnus es más conocido por haber estudiado la coordinación del movimiento entre los miembros simétricos en casos de lesiones de las vías motoras piramidales («voluntarias»). En el fenómeno de Magnus y Klein, observable en ciertas formas de hemiplejías, al volver la cabeza hacia el lado sano, el brazo paralítico se flexiona y el sano se extiende.

[7] Charles Scott Sherrington (1861-1952), fisiólogo inglés, Premio Nobel de medicina (1939), es mundialmente conocido por sus valiosos trabajos sobre la fisiología del sistema nervioso. Fue un crítico apasionado de la obra de Pávlov. Sherrington, que estudió con notable acierto las funciones reflejas más simples —medula-

trabajos básicos de su maestro sobre los reflejos medulares, el carácter reflejo de todos los actos locomotores fundamentales. La idea de reflejo, apoyada por los experimentos, halló su aplicación en todo el sistema nervioso central, excepto en los hemisferios cerebrales. Puede esperarse que las reacciones aun más complejas del organismo (en las que colaboran los reflejos locomotores esenciales), denominadas hasta ahora con los términos psicológicos de «terror, cólera, juego, etc.», serán pronto reducidas igualmente a la simple actividad refleja de las estructuras subcorticales.

El fisiólogo ruso I. Sechenov [8], basándose en los datos conocidos en su época sobre la fisiología del sistema nervioso, dio un paso decisivo extendiendo la idea de reflejo a los hemisferios cerebrales de los animales y del hombre. En una monografía publicada en ruso en 1863 con el título de *Los reflejos del cerebro* [9] intentó demostrar que la actividad de los hemisferios cerebrales es refleja, es decir, determinada. Para él los pensamientos son reflejos cuya actividad ha sido inhibida, y los estados afectivos son reflejos intensos con irradiación difusa de la excitación. Esta tentativa ha sido repetida en nuestros días por

res—, no se remontó a una visión tan amplia de la acción refleja como la lograda por Pávlov.

[8] Ivan Mijailovich Sechenov (1829-1905), fisiólogo ruso, generalizó el concepto clásico de reflejo hasta incluir las funciones elevadas de la mente. Para ello, no se limitó, por supuesto, a transponer el concepto habitual de reflejo (proceso fisiológico invariable vehiculado por una cadena neuronal de mayor o menor complejidad) sino que lo entendió como un proceso temporal (es decir, que se «aprende» y se «olvida») modificable en el curso mismo de su desarrollo por la incidencia de otros aconteceres. Sorprende admirar el talento y penetración de Sechenov, teniendo en cuenta la pobreza de datos de conocimiento sobre los que pudo apoyar sus deducciones teóricas, gran parte de las cuales fueron confirmadas por los trabajos experimentales de Pávlov. Sechenov se formó al lado de los más grandes maestros de la ciencia europea: Helmholtz, Du Bois-Reymond, Müller, etc., y sobre todo Claude Bernard en cuyo laboratorio, en París, acertó a descubrir la inhibición central.

[9] Hay edición castellana. Ediciones Ciordia, Buenos Aires, 1966.

Ch. Richet [10], que introduce la noción de reflejo psíquico; en la cual —según él— la reacción a un estímulo definido está determinada por la combinación de éste con los vestigios de los estímulos previos en los hemisferios cerebrales. De modo general, para los fisiólogos de nuestra época la actividad nerviosa superior está relacionada con los hemisferios cerebrales y se caracteriza por la asociación de las estimulaciones presentes con los vestigios de las previas (memoria de asociación de J. Loeb; aprendizaje; utilización de la experiencia en otros, etc.). Sin embargo, todo se reducía a unas simples teorías. Se imponía la necesidad de pasar al análisis experimental de nuestro objeto de estudio, siguiendo el método objetivo empleado en las demás ciencias. Esta necesidad venía condicionada por la aparición reciente de la fisiología comparada [11], nacida bajo la influencia de la teoría evolucionista. En este momento, al prestar atención a todo el reino animal, la fisiología se veía obligada a renunciar a su punto de vista antropomórfico al tratar de los organismos inferiores. La atención de los investigadores debía concentrarse en la comprobación de las relaciones entre las influencias externas que actúan sobre el animal y la reacción externa de éste y sus movimientos. De aquí proviene la teoría del tropismo animal de J. Loeb [12], las sugestiones hechas por Beer, Bethe y Uexküll [13] en pro de una terminología para designar las reacciones de los animales y las investigaciones de los zoólogos sobre los representantes inferiores del mundo animal, con el empleo de métodos puramente

[10] Charles Albert Richet (1850-1935), fisiólogo francés, realizó estudios y descubrimientos en torno a la anafilaxia por los que mereció el Pemio Nobel (1913).

[11] Capítulo de la fisiología que estudia comparativamente las funciones de los distintos seres vivos en sus respectivos medios evolutivos.

[12] Jacob Loeb, fisiólogo alemán. Los tropismos a que hace referencia el texto son movimientos de los organismos inducidos por agentes físicos o químicos (electromagnéticos, térmicos, luminosos, etc.).

[13] Jacob Uexküll (n. 1864), destacado biólogo alemán conocido por sus investigaciones en el campo de la etología.

objetivos, comparando el efecto de las influencias externas ejercidas sobre el animal con la respuesta de éste. Un ejemplo de ello nos lo proporciona la clásica obra de Jennings [14].

Influidos por esta nueva tendencia biológica y guiados por su espíritu práctico, los psicólogos americanos, atraídos por la psicología comparada, sometieron al análisis experimental la actividad exterior de los animales en circunstancias variadas creadas artificialmente. Thorndike [15] con su obra *Animal Intelligence* (1898) debe ser considerado como punto de partida de las investigaciones de este tipo. Para realizar sus experimentos colocaba al animal en una caja desde donde podía verse el alimento, que estaba fuera. Naturalmente, el animal se esforzaba por alcanzar este alimento, aunque para lograrlo tenía que salir de la jaula, cerrada de modo distinto según los casos. Las cifras y curvas registradas en estos experimentos mostraban con qué rapidez y en qué orden el animal conseguía hallar la solución al problema planteado. Todo el proceso era interpretado como la formación de una asociación, de una conexión, entre la estimulación (visual, táctil) con el acto motor. Este procedimiento y sus modificaciones fueron útiles a muchos autores para el estudio de numerosas cuestiones relacionadas con la aptitud asociativa de los animales. Debido a un incidente casual ocurrido en mi laboratorio —y casi simultáneamente con Thorndike, a pesar de desconocer su trabajo— recurrí al mismo método en el estudio de este tema.

Durante mis detallados trabajos sobre las glándulas digestivas tuve que ocuparme de la llamada estimulación psíquica de las mismas. Al tratar de analizar con uno de mis colegas más profundamente este hecho en la forma generalmente admitida (es decir, por métodos psicológicos), intentando imaginar lo que el animal podría pensar

[14] Herbert Spencer Jennings (1868-1947), biólogo norteamericano, estudió con notable acierto el comportamiento de las especies animales inferiores.

[15] Thorndike, véase nota número 6 del capítulo «El reflejo condicional».

y sentir durante el experimento, tropecé con un acontecimiento nunca ocurrido en nuestro laboratorio: no pude ponerme de acuerdo con este colega. Permanecimos firmes cada cual en nuestra opinión, sin ser capaces de llegar a un acuerdo sobre experimentos determinados [16]. Ello me convirtió en un enemigo definitivo de la interpretación psicológica de estos fenómenos y decidí seguir mis investigaciones de modo puramente objetivo, tomando sólo en consideración la faceta objetiva, es decir, considerando exactamente la estimulación hecha al animal en un momento dado y examinando su respuesta, ya en forma de movimientos (como en este caso), ya en la de secreción.

Este hecho marcó el inicio de una investigación que viene practicándose desde hace veinticinco años y en la que han tomado parte numerosos colaboradores —con los que he establecido verdaderos lazos de afecto—, que unieron sus esfuerzos a los míos. Como es natural, pasamos por distintas fases: el tema fue ganando paulatinamente en amplitud y profundidad. En un principio disponíamos tan sólo de unos hechos aislados; ahora nuestros materiales se han acumulado en tal cantidad que estamos ya en condiciones de hacer una primera exposición un tanto sistematizada. Actualmente estoy en condiciones de formular una teoría fisiológica del trabajo de los hemisferios cerebrales que se acerca mucho más a la complejidad real, estructural y funcional de este órgano que la teoría existente hasta ahora, la cual tan sólo cuenta con algunos hechos importantes, pero aislados, de la fisiología contemporánea.

En la actualidad, casi únicamente en mis laboratorios (con un centenar de colaboradores) y en los de los psicólogos americanos, se trabaja en este nuevo camino rigu-

[16] Se refiere a la polémica con Snarski, uno de sus colaboradores. Al interpretar el comportamiento de los animales durante las experiencias, Snarski trató de hacerlo antropomórficamente, esto es, presuponiendo en los perros una voluntad análoga a la del hombre (el animal «quiere» comer; «no quiere» comer, etc.). La inutilidad de este camino convenció bien pronto a Pávlov de que debía seguir otro bien distinto, precisamente el que se describe en el texto.

rosamente objetivo de la actividad nerviosa superior. De los restantes tan sólo un pequeño número se ha integrado con posterioridad al estudio de esta materia, aunque la mayor parte de sus investigaciones no sobrepasa los límites de una primera orientación en el tema que nos ocupa.

Sin embargo, entre los americanos y nosotros existe una diferencia importante. Estriba en que allí son los psicólogos quienes se dedican a este estudio objetivo. Naturalmente, a pesar de que someten a examen hechos puramente externos, continúan pensando como psicólogos en todo cuanto concierne a su posición respecto a los problemas, al análisis de sus resultados y a la manera de formularlos. De aquí que su trabajos no tengan un carácter puramente fisiológico, excepto en el grupo de los conductistas [17]. Nosotros, los que procedemos de la fisiología, nos atenemos estrictamente al punto de vista fisiológico y a él sometemos todas nuestras investigaciones y sistematizaciones.

Quisiera ahora pasar a la exposición de nuestros datos, no sin antes detenerme en la noción general de reflejo, en los reflejos en fisiología y en los llamados instintos.

La noción inicial, la de reflejo, es cartesiana. Con toda evidencia, es perfectamente científica, ya que el fenómeno que abarca es rigurosamente determinado. Su significado

[17] Behavioristas — Conductistas. Escuela psicológica norteamericana iniciada a principios de nuestro siglo. Watson, su más brillante promotor, partió de las ideas de Pávlov sobre los reflejos condicionados y llevó a cabo una valiosa aportación personal con sus trabajos en los niños. El conductismo rechaza de plano el análisis subjetivo de la conciencia; es manifiesto su paralelo con la «reflexología» de Bechterev (y no de Pávlov como por abuso injustificado se está habituado a entender) y con la «reactología» de Kornilov. En el seno del conductismo se han desarrollado diversas variantes (conductismo «holístico» de Lashley, «configuracionista» de Tolman, «teleológico» de Mac Dougall, etc.).

El conductismo, aunque puede ser objetado en algunos aspectos, constituye el intento más decidido para fundamentar la praxis psiquiátrica en las leyes de la actividad nerviosa. En este aspecto, un impulso muy considerable ha sido dado por la escuela de Wolpe (Sudáfrica) y la de Eysenck (Inglaterra).

reside en el hecho de que un agente cualquiera del mundo exterior del organismo actúa sobre uno de los aparatos receptores nerviosos. El impacto producido se transforma en un proceso nervioso: el fenómeno de la excitación. Las fibras nerviosas actúan como un conductor y hacen llegar la estimulación al sistema nervioso central, desde donde se dirige, por medio de conexiones establecidas por otros conductores, al órgano activo, en el que a su vez es transformada en un proceso específico de las células de este órgano. De este modo un agente del medio externo entra en una conexión determinada con una determinada función del organismo; conexión que es una relación de causa a efecto.

Es completamente evidente que toda actividad del organismo está regida por leyes. Empleando una terminología biológica, diremos que si el animal no estuviese exactamente adaptado al mundo exterior acabaría, más tarde o más temprano, por dejar de existir. Si en lugar de dirigirse hacia el alimento se alejase de él, si en lugar de huir del fuego se arrojase a él acabaría por ser destruido. *Debe reaccionar* ante las influencias del mundo exterior de modo tal que las respuestas a ellas aseguren su existencia. Lo mismo sucede si intentamos representarnos la vida desde el punto de vista mecánico de la física y de la química. La condición primera de existencia de un sistema material bajo la forma de un conjunto propio reside en que sus fuerzas internas (atracción, cohesión, etcétera) estén en equilibrio con las influencias externas que lo rodean. Ello es verdad tanto para un simple guijarro como para la sustancia química más compleja; y lo mismo puede decirse acerca del organismo. No puede existir como una entidad determinada si no está en constante estado de equilibrio con las circunstancias ambientales. Tan pronto se rompe este equilibrio, el organismo deja de existir como sistema. Los reflejos son los elementos de esta adaptación continua, de este continuo restablecimiento del equilibrio. Los fisiólogos han estudiado y estudian los reflejos, reacciones automáticas y determi-

nadas del organismo, que son innatos, es decir, que están determinados por la propia organización del sistema nervioso. Los reflejos, al igual que las correas de transmisión de las máquinas construidas por el hombre, son de dos clases: positivos y negativos o suspensivos (inhibidores).

Dicho de otro modo: hay reflejos que provocan una actividad y otros que la hacen cesar. El estudio de estos reflejos, a pesar de que se haya emprendido desde hace mucho tiempo, está todavía lejos, muy lejos, de su culminación. Continuamente se descubren nuevas formas. Los aparatos receptores que reciben los impactos de los agentes exteriores —sobre todo interiores— están todavía en muchos casos por explorar en cuanto a sus propiedades. Las vías de transmisión de la estimulación al sistema nervioso central son a menudo mal conocidas, y a veces desconocidas. El proceso central de los reflejos inhibidores (excluidos los reflejos sobre los nervios moderadores descendentes) permanece aún en tinieblas. Igualmente queda mucho por conocer acerca de la interconexión y las interacciones de los reflejos. A pesar de todo, el fisiólogo prosigue, cada vez con mayor profundidad, el estudio de la maquinaria del organismo, y tiene perfecto derecho a esperar que, tarde o temprano, la exploración completa terminará, con lo que nos haremos dueños de todos sus engranajes.

Además de estos reflejos, que desde hace tiempo constituyen el objetivo de la investigación de los fisiólogos y que se refieren principalmente a la actividad de órganos aislados, existen reacciones innatas igualmente originadas por el sistema nervioso de un modo determinado, es decir, que corresponden rigurosamente a condiciones definidas. Son las reacciones que revisten la forma del comportamiento general de los animales, se relacionan con la actividad del organismo completo y se designan con el nombre de instintos. No existiendo un acuerdo completo sobre la similitud esencial de estas reacciones con los reflejos, convendrá prestarles mayor atención.

La fisiología debe al filósofo inglés Herbert Spencer [18] la primera afirmación de que estas reacciones son reflejos. Los zoólogos, los fisiólogos y los cultivadores de la psicología comparada han apoyado este hecho con pruebas irrefutables. Tratemos de sistematizar los argumentos a favor de la inexistencia de rasgos esenciales en la diferenciación entre reflejo e instinto. Ante todo, existe una multitud de transiciones imperceptibles entre los reflejos y los instintos. Tomemos el ejemplo de un polluelo. Desde que sale de la cáscara responde con el picoteo a cualquier estimulación visual, tanto si es producida por un pequeño objeto como si lo es por una mancha en la superficie en que aquél se desplaza. ¿Qué diferencia existe entre este movimiento y el de volver la cabeza cuando un objeto pasa rápidamente ante sus ojos? Se dirá del último que es un reflejo defensivo, mientras que el primero se llamará instinto nutritivo. Sin embargo, en el movimiento de picoteo provocado por la mancha todo queda limitado a la flexión de la cabeza y a abrir y cerrar el pico.

Por otra parte, se insistirá sobre la mayor complejidad de los instintos en relación con los reflejos. Pero existen reflejos muy complicados, y a nadie se le ocurriría llamarlos instintos. Por ejemplo, el vómito es un acto de una gran complejidad en el que, a título excepcional, toman parte de un modo coordinado un enorme número de músculos, lisos y estriados, situados en todo el organismo y que habitualmente participan en otras funciones. Intervienen asimismo un gran número de secreciones, que comúnmente se relacionan con otras actividades del organismo.

Igualmente se señalaba como rasgo distintivo la larga sucesión de hechos consecutivos que caracterizan el instinto frente a la simplicidad del reflejo. Examinemos, como ejemplo, el proceso de construcción del nido o del habitáculo de los animales. Estamos frente a una larga

[18] Herbert Spencer (1820-1903), profundo conocedor de la obra de Darwin, sustentó que los instintos son formas complicadas de acción refleja, elaboradas a lo largo de la evolución de las especies por sumación de reflejos simples.

cadena de acciones: búsqueda y transporte del material al lugar escogido, consolidación del habitáculo, etc. Admitir que es una acción refleja implica suponer que el fin de un reflejo estimula la aparición del siguiente, es decir, que son reflejos en cadena. Pero esta característica de concatenación de acciones no es exclusiva de los instintos. Conocemos muchos reflejos que se conexionan entre sí como los anillos de una cadena. Examinemos el caso siguiente: estimulamos un nervio aferente cualquiera, por ejemplo, el ciático. Obtenemos, por reflejo, un aumento de la tensión sanguínea (primer reflejo). La elevación de la tensión en el ventrículo izquierdo y en el cayado de la aorta estimula el reflejo siguiente: excita las terminaciones del nervio depresor cardiaco, lo que provoca un reflejo depresor, moderador, del efecto de hipertensión del primer reflejo. Otro ejemplo de encadenamiento de reflejos nos lo ofrece el experimento de Magnus. Un gato descerebrado lanzado desde cierta altura cae casi siempre de patas. ¿A qué se debe? El desplazamiento de los otolitos acarrea una contracción refleja determinada de los músculos del cuello, con lo que se restablece la posición normal respecto al horizonte de la cabeza del animal. Este es el primer reflejo. Su final, es decir, la contracción de determinados músculos del cuello y la postura de este último es estímulo de otro reflejo que actúa sobre ciertos músculos del tronco y las extremidades, con cuya acción se restablece la postura normal del animal.

Todavía se admite otra diferencia entre reflejos e instintos: éstos dependen frecuentemente del estado interno o condiciones del organismo. Por ejemplo: el pájaro comienza a anidar cuando va a reproducirse. He aquí un ejemplo más simple: un animal saciado no se lanza hacia el alimento, no lo busca; deja de comer. Lo mismo sucede con el instinto sexual, que depende de la edad del organismo y del estado de las glándulas genitales. Las hormonas producidas por las glándulas de secreción interna desempeñan en este caso un papel muy importante. Pero esta propiedad no es exclusiva de los instintos. La intensidad, lo mismo que la presencia o ausencia de reflejos,

se halla en función directa de la excitabilidad de los centros reflejos, que a su vez dependen de las propiedades físicas y químicas de la sangre (estimulación automática de los centros) y de la interacción de distintos reflejos.

Por último, a veces se concede importancia a la relación que los reflejos tienen con la actividad aislada de ciertos órganos, mientras que los instintos implican la actividad de todo el organismo, es decir, de todo el sistema muscular esquelético. Pero gracias a los trabajos de Magnus y Kleyn sabemos que la postura, la marcha y el equilibrio del cuerpo en el espacio son reflejos.

Por tanto, los reflejos, al igual que los instintos, son reacciones determinadas del organismo frente a agentes definidos, lo que hace innecesario designarlos con distintos nombres. La palabra «reflejo» nos parece más adecuada, porque desde el comienzo implica un sentido estrictamente científico.

El conjunto de estos reflejos constituye el fundamento de la actividad nerviosa del hombre y de los animales. Así, pues, será de gran importancia emprender el estudio profundo de estas reacciones nerviosas fundamentales. Desgraciadamente, como antes hemos hecho notar, este trabajo se ha ido demorando hasta ahora, muy especialmente en el caso de los reflejos llamados instintos. Nuestros conocimientos acerca de estos últimos son fragmentarios y limitados. Tenemos de ellos tan sólo una sumaria clasificación: nutritivo, sensitivo, sexual, materno, paternal y social. Cada uno de estos grupos incluye un número considerable de fenómenos distintos, de los que ni sospechamos la existencia, que confundimos entre sí, y cuya importancia vital subestimamos. Puedo demostraros con hechos obtenidos en mis propios experimentos hasta qué punto este tema es incompleto y cuántas lagunas contiene.

En el curso del trabajo que voy a describiros nos encontramos durante cierto tiempo en un callejón sin salida. No alcanzábamos a comprender el comportamiento de nuestro perro, a pesar de ser un animal con el que pronto establecimos una relación amistosa. Se le propo-

nía un trabajo en apariencia simple. Se le ponía en la mesa de trabajo, sujeto sólo por ataduras muy flojas en las patas y que no entorpecían sus movimientos, y nos limitamos a darle de comer a intervalos de algunos minutos. Al principio estaba tranquilo y comía; pero a medida que pasaba el tiempo se iba excitando cada vez más, se debatía, intentaba arrancar sus ataduras, arañaba la superficie de la mesa y mordía la madera. Esta actividad muscular sin tregua le hacía jadear y le producía una salivación continua, por lo que no podía ser útil para nuestros experimentos. El hecho se repitió constantemente durante varias semanas y con características cada vez más acusadas. Para nosotros constituía un enigma: ¿qué podía significar? Forjamos gran cantidad de hipótesis e hicimos muchas suposiciones sobre la causa probable de este comportamiento. A pesar de nuestros conocimientos sobre los perros no logramos encontrar nada en concreto, hasta que se nos ocurrió una idea muy simple: se trataba del reflejo de libertad. Nuestro perro no soportaba ninguna limitación en sus movimientos. Vencimos este reflejo por otro: el alimenticio. A partir de aquel momento el perro sólo recibía alimentos durante su trabajo. Al principio comía poco y adelgazó mucho. Luego fue comiendo cada vez más y acabó por ingerir la ración completa. Al propio tiempo se mantenía tranquilo durante los experimentos. Se había inhibido el reflejo de libertad. No hay duda de que se trata de uno de los reflejos —o, para emplear un término más general, una de las reacciones— más importantes del ser vivo. Se cita raramente, y puede decirse que todavía no ha sido definitivamente reconocido. James no habla de él entre los reflejos propios del hombre (instintos). Si el animal no fuese capaz de oponer este reflejo de protesta y lucha contra las limitaciones de sus movimientos dejaría de realizar sus más importantes funciones ante el menor obstáculo. Sabemos que en ciertos animales el reflejo de libertad es tan intenso que en estado de cautiverio rechazan la comida y mueren de consunción.

Un ejemplo más: me parece que se presta poca atención a un reflejo que puede ser calificado de investigador y que yo llamo el reflejo del «¿qué es esto?» Es uno de los reflejos fundamentales. Tanto nosotros como los animales, al encontrarnos ante el menor cambio en el medio ambiente, orientamos nuestro correspondiente aparato detector hacia el agente productor de esta modificación. La importancia de este reflejo es enorme, hasta el punto de que la vida del animal pendería constantemente de un hilo si aquél no existiese. En el hombre está muy desarrollado. Se manifiesta en forma de curiosidad, que es el origen del pensamiento científico, el cual nos proporciona la más vasta y la más elevada orientación en el mundo que nos rodea. El grupo de reflejos (instintos) negativos, inhibidores, que entran en juego cuando tienen lugar estimulaciones muy fuertes (o débiles, pero desacostumbradas), está todavía menos analizado y es menos conocido. La llamada hipnosis animal se encuentra en este grupo.

Por tanto, las principales reacciones del animal y del hombre son innatas y se manifiestan en forma de reflejos. Insisto en que es sumamente importante poseer una lista completa y una clasificación conveniente de estos reflejos que sirven de cimiento a las demás manifestaciones de la actividad nerviosa.

Pero aunque estos reflejos sean condición fundamental para la integridad del organismo en su medio ambiente no bastan por sí solos para asegurarle una existencia duradera, estable y normal. Esta afirmación queda demostrada por el experimento de ablación de los hemisferios cerebrales del perro. El animal conserva sus reacciones reflejas externas fundamentales, además de las reflejas internas. Se lanza hacia el alimento, evita las influencias nocivas. Persiste el reflejo investigador: el perro levanta sus orejas y cabeza cuando oye un ruido. Tampoco pierde el reflejo de libertad: se opone de modo violento a la captura. Sin embargo, es un inválido. Si le abandonamos no puede subsistir, lo que significa que su actividad nerviosa carece de un factor de primordial importancia. ¿Cuál? Es fácil notar que en estas condiciones experi-

mentales los reflejos del perro son poco numerosos, actúan a muy poca distancia y son muy elementales, de carácter general y poco diferenciados. Por estas razones el equilibrio entre el medio ambiente y este organismo superior, en su vasta esfera vital, se torna restringido e insuficiente y, naturalmente, inadecuado.

Tomemos el ejemplo más simple, aquel que nos impulsó a iniciar nuestra investigación. Cuando introducimos en la boca de un perro normal un alimento o una sustancia desagradable cualquiera se produce salivación. Las sustancias comestibles se humidifican, disuelven y transforman químicamente, y las materias impropias para su consumo son expulsadas. Este reflejo se produce por las propiedades físicas y químicas de estas sustancias al entrar en contacto con la mucosa oral. Por otra parte, cuando estas sustancias se encuentran a cierta distancia del perro producen también una reacción secretora por medio de la vista, el olfato, etc. Esta reacción llega a producirse incluso cuando el perro tiene ante sí los recipientes que se utilizaron para darle la comida. Más aún: la sola vista de la persona que acostumbra a darle de comer o el simple ruido de sus pasos son capaces de producirle una reacción salivar. Estos múltiples estímulos, alejados, complejos y finamente especializados, pierden su eficacia cuando se extirpan los hemisferios cerebrales. Tan sólo las propiedades físicas y químicas continúan ejerciendo su efecto. La acción de los estímulos perdidos es, en condiciones normales, de suma importancia. Los alimentos secos encuentran inmediatamente el líquido que necesitan en gran cantidad; las sustancias desagradables que a menudo irritan la mucosa bucal quedan separadas de ella por una capa de saliva y se diluyen rápidamente. Pero la importancia de estos estímulos aumenta considerablemente cuando ponen en acción el componente motor del reflejo alimenticio, es decir, cuando el animal va a la búsqueda de su alimento.

Examinemos un reflejo importante: el defensivo. Una fiera potente se alimenta de un animal más pequeño y débil. El último morirá si no inicia su defensa antes de

que el enemigo le tenga entre sus colmillos y garras. Si la acción defensiva se inicia cuando el enemigo es advertido de lejos (por ejemplo, por el ruido que produce), el animal débil puede huir o esconderse y con ello salvar su vida. ¿Cómo definir la diferencia entre la actitud normal hacia el mundo exterior y la actitud del animal privado de sus hemisferios cerebrales? ¿Cuál es el mecanismo general de esta actitud? ¿En qué consiste el principio básico de esta diferencia?

Advertiremos fácilmente que la reacción normal es provocada no sólo por agentes exteriores de una importancia esencial para el organismo (su primera acción favorable o destructora es inmediata), sino también por una innumerable cantidad de otros agentes cuya única misión es la de señalar la presencia de los primeros. Resulta claro que ni el aspecto de una fiera ni los ruidos que emite pueden desgarrar a un animalito; pero los colmillos y las garras sí pueden hacerlo. Sin embargo, los estímulos-señales o —como los llama Sherrington— los estímulos a distancia tienen también su papel, aunque en número restringido, en los reflejos de los que hemos hablado hasta ahora. El rasgo esencial de la actividad nerviosa superior —del que vamos a ocuparnos— en el animal superior pertenece casi exclusivamente a los hemisferios cerebrales. Estriba no sólo en la acción de los innumerables estímulos-señales, sino más bien en la variabilidad de su efecto fisiológico, según las condiciones en que actúan.

En el ejemplo de la secreción salivar citado anteriormente, la persona que daba la comida al animal o el recipiente que contenía las sustancias alimenticias o las desagradables eran los que producían un efecto determinado sobre las glándulas salivares. Evidentemente, esto da un carácter todavía más preciso a la actividad automática del organismo, asegurándole una mayor perfección. El medio que rodea al animal es de una tan gran complejidad y de una tan continua movilidad que el organismo, en su condición de sistema cerrado y extremadamente complicado, no tiene posibilidad de estar en

equilibrio si no reacciona ante todas las variaciones de este medio.

Por tanto, la actividad fundamental y más general de los hemisferios cerebrales consiste en señalar al organismo las variaciones del medio ambiente transmitidas por las correspondientes señales.

Lección 2

En la primera parte de estas lecciones expuse los motivos que nos impulsaron al estudio de la actividad nerviosa de los animales de forma completamente objetiva, siguiendo la tradición de las ciencias naturales. Expuse también los motivos que nos habían decidido al estudio exclusivo de las manifestaciones externas, sin librarnos a consideraciones fantásticas acerca de lo que puede experimentar el animal en su fuero interno por analogía con nosotros mismos. También he dicho que desde este punto de vista la actividad nerviosa del animal está representada en primer lugar por reflejos innatos, es decir, conexiones determinadas entre agentes externos definidos y las reacciones que provocan en el organismo. Vimos que estos agentes existen en número relativamente restringido, que están situados en las inmediaciones del organismo y que tienen un carácter general. Hasta cierto punto, esto garantiza la existencia del animal, aunque muy insuficientemente (muy en particular cuando se trata de animales superiores). El animal desprovisto de su actividad nerviosa y contando sólo con los reflejos innatos ha de llevar la vida de un inválido y está condenado a morir si se le abandona. Para ser completa, la vida cotidiana exige relaciones más flexibles y más especializadas entre el animal y el mundo exterior. Estas relaciones de orden más elevado son establecidas por los hemisferios cerebrales. Con mayor precisión: una multitud de agentes, extremadamente variables, del mundo exterior señala de modo temporal y alternante los factores fundamentales —relativamente poco numerosos— que suscitan reflejos innatos.

Sólo de este modo puede asegurarse un equilibrio exacto y sutil entre el organismo y el medio ambiente. Esta actividad de los hemisferios cerebrales ha sido llamada por nosotros actividad señaladora.

Prestemos atención a la vertiente técnica del método que empleamos en nuestras investigaciones. ¿De qué modo vamos a estudiar la actividad señaladora de los hemisferios cerebrales, en qué órgano y por qué procedimientos? Está claro que para este objetivo podemos utilizar todos los reflejos, ya que los estímulos-señales pueden entrar en relación con cualquiera de ellos. En el transcurso de la historia de nuestros trabajos hemos concentrado nuestra atención en dos: el reflejo alimenticio y el reflejo defensivo, que se produce cuando se introduce en la boca del perro, objeto de nuestros experimentos, una sustancia no comestible. Mientras que el reflejo defensivo a la corriente eléctrica sobre la piel produce gran agitación y constante inquietud y el reflejo sexual exige condiciones especiales (sin hablar de su larga periodicidad y de su dependencia con la edad), el reflejo alimenticio o el ligero reflejo defensivo, que actúa en el caso de los productos no comestibles, son actos cotidianos, simples y normales.

He aquí otra particularidad esencial de nuestro método: el reflejo alimenticio, al igual que la reacción contra sustancias impropias introducidas en la boca, se compone de dos partes: por un lado, vemos que el animal se lanza sobre el alimento, lo mastica y lo traga, mientras que las materias no comestibles son expulsadas; por el otro, vemos que a la actividad muscular, producida en ambos casos, se añade una actividad secretora. Una cierta cantidad de saliva se vierte sobre los alimentos o las sustancias no comestibles, con el fin de someter a los primeros a una transformación mecánica y química y para librar a la boca de los segundos. En nuestros experimentos hemos utilizado especialmente el aspecto secretorio de los reflejos. Sólo hemos tenido en cuenta la reacción motora en el caso de que por alguna razón concreta haya sido necesario. El reflejo secretor nos ofre-

cía serias ventajas. La secreción permite medidas muy exactas; podemos expresar la intensidad del reflejo salivar por el número de gotas o de divisiones de un tubo graduado especial. Esto sería mucho más difícil de realizar si utilizásemos la reacción motora, uno de los componentes más complicados y más variados de los reflejos. Hubiésemos tenido que recurrir a instrumentos más delicados que, sin embargo, no nos habrían ofrecido la precisión del componente secretorio en lo que se refiere al registro de la intensidad de la reacción. Tampoco carece de importancia el hecho de que la secreción salivar nos inclina mucho menos a interpretaciones antropomórficas que la observación de los movimientos del animal. Todos nuestros perros de experimentación sufren una previa intervención muy poco traumatizante, que tiene por objeto poner en comunicación el canal excretor de una glándula con la piel. Se diseca la mucosa alrededor del lugar donde desemboca el canal excretorio; se sigue el trayecto de dicho canal hasta una cierta distancia; se practica un orificio en la pared de la boca por el que se conduce hasta la piel, en la que se fija por unos puntos de sutura la desembocadura del canal. Con ello se consigue que la saliva en lugar de verterse en la boca lo haga por la mejilla o por debajo del morro. Entonces resulta muy fácil seguir el trabajo de las glándulas. Basta con fijar un embudo de cristal por medio de una pasta cualquiera (nosotros empleamos la de Mendeléyev) para poder observar de distintas maneras y con precisión la actividad de las glándulas salivares. Nosotros preferimos colocar a la salida de la fístula una semiesfera de cristal provista de dos tubos dirigidos uno hacia arriba y otro hacia abajo. La saliva es aspirada por el tubo inferior después de cada estimulación. El tubo superior comunica por transmisión neumática con un tubo horizontal que contiene un líquido coloreado. Al llenarse de saliva el recipiente semiesférico, la columna de líquido coloreado entra en movimiento, pudiendo medirse su desplazamiento en una escala graduada. Es fácil instalar un registro eléctrico automático para contar el número de

gotas de saliva que son exactamente del mismo volumen.

Vamos a describir el ambiente en que se desenvuelven los experimentos. Siendo el objeto de estudio la actividad de los hemisferios cerebrales, aparatos grandiosos de señalización de alta sensibilidad, se concibe que los estímulos más variados actúen continuamente sobre el animal por medio de este aparato. Cada uno de ellos produce sobre el animal cierto efecto. Además entran en colisión unos con otros y actúan mutuamente entre sí. Consecuentemente, si no se toma ninguna medida contra estas influencias, a menudo caóticas, el experimento se embarulla y no hay modo de obtener datos fidedignos. Se necesita simplificar el ambiente. Antes permitíamos que sólo el experimentador se quedase en la misma habitación que el animal durante el experimento. Pronto nos dimos cuenta de que esta medida era insuficiente. La presencia del experimentador supone gran cantidad de estímulos. Los más pequeños movimientos —su aliento, el ruido de su respiración, los movimientos de sus ojos— tienen influencia sobre el animal y complican los hechos que queremos estudiar. Ello nos obligó a dejar al experimentador fuera, con lo que, aunque incompletamente, se elimina su acción sobre el animal. Tampoco esto fue suficiente en los laboratorios ordinarios. En ellos el ambiente que rodea al animal varía continuamente: se dejan oír ruidos (pasos, palabras, un vehículo que pasa por la calle), puede cambiar la luz (por ejemplo, sombras que se proyectan por las ventanas), etc. Por tanto, unos estímulos accidentales, con los que es forzoso contar, llegan, como intrusos, a los hemisferios cerebrales. Ello nos llevó a construir, gracias a la ayuda de un culto comerciante moscovita, un laboratorio especial en el Instituto de medicina experimental. Nuestro trabajo consistía, ante todo, en poner el laboratorio al abrigo de influencias del exterior. Con este objeto rodeamos el edificio de un profundo foso, utilizándose también otros procedimientos de construcción. En el interior los cuartos de trabajo (cuatro por piso) fueron separados por un corredor en forma de cruz. El

piso superior y el inferior en que se hallan los cuartos de trabajo fueron separados por un piso intermedio. En fin, aislamos el lugar donde se halla el experimentador del cuarto de trabajo por medio de materiales adecuados. Se instalaron transmisiones eléctricas y neumáticas para actuar a distancia sobre el animal y poder registrar las reacciones. Estas precauciones garantizan la simplicidad y la estabilidad máxima del ambiente en que se halla el animal durante el experimento.

Es preciso recordar lo que hasta ahora no es más que un *pium desiderium*. Siendo el objeto de nuestro estudio las influencias del mundo exterior que actúan, con toda su complejidad, sobre el animal, lo natural sería que éstas pudiesen ser controladas. El investigador tendría que disponer de una gran cantidad de instrumentos que le permitiesen actuar sobre el animal por medio de un estímulo u otro, y hacer con los estímulos diversas combinaciones parecidas a las que se dan en condiciones naturales. Ha sucedido, y sucede todavía, que en muchas ocasiones carecemos de instrumentos modernos de exploración, muy en particular de instrumentos especiales para el estudio de los complejos hemisferios cerebrales.

No faltará quien objete que nuestros experimentos se desarrollan en un ambiente artificial. A esto respondemos que: 1) dada la inmensa variedad de relaciones existentes en la vida, es casi imposible emplear algo que sea completamente nuevo; 2) el estudio de hechos de una complicación caótica exige su fragmentación, su delimitación. ¿No se ha servido la fisiología animal de la vivisección, e incluso del método de los órganos y tejidos aislados? Ponemos a nuestro animal en un número limitado de condiciones determinadas, lo que nos permite estudiar sucesivamente las influencias de las mismas. Como podréis comprobar por lo que sigue, las variaciones del estado del animal obtenidas por nuestros métodos de exploración han puesto en nuestras manos hechos de gran importancia.

Vamos ahora a emprender el estudio de la actividad señaladora de los hemisferios cerebrales, empezando por un experimento.

Experimento: Se prepara al animal de la manera descrita. Mientras ningún agente especial influya en él, su glándula salivar está en reposo; la saliva no sale. Vamos a actuar sobre el oído del perro por medio de los golpes de un metrónomo. Al cabo de nueve segundos empieza a segregarse saliva y en cuarenta y cinco segundos han salido ya 11 gotas. Por consiguiente, habéis visto que una estimulación extraña a la acción de comer —unos sonidos— ha puesto a la glándula en actividad lo que debe ser considerado como un componente del reflejo alimenticio. Habéis visto otro componente de este reflejo: el motor. El perro ha dado vuelta hacia el lado desde donde recibe habitualmente su comida y se ha lamido el hocico.

Este fenómeno central, resultado específico de la actividad de los hemisferios cerebrales, va a ser constante objeto de estudio. Si el perro se halla privado de estos hemisferios, jamás se obtendrá la mínima cantidad de saliva por la acción de estos estímulos. Habréis podido daros cuenta de que se trata de una actividad señaladora: los sonidos del metrónomo señalan el alimento, ya que el animal responde a ellos de la misma manera que para las mismas sustancias nutritivas. Si mostramos al animal los alimentos, obtendremos los mismos resultados.

Experimento: Mostramos la comida al perro y vemos que la salivación empieza a producirse a los cinco minutos, y que en quince segundos se obtienen 6 gotas de saliva. Exactamente los mismos resultados que con el metrónomo.

Se trata igualmente de un proceso de señalamiento, es decir, de la acción de los hemisferios cerebrales. Se ha elaborado en el curso de la existencia individual; no se trata de una reacción innata. Estos hechos han sido establecidos por I. Tsitovich en el laboratorio del fallecido profesor V. Vartanov. Tsitovich separó unos cachorros de la perra y los alimentó exclusivamente con

leche durante bastante tiempo. Cuando los perros tuvieron unos meses, les intervino quirúrgicamente para obtener la fístula y poder controlar la secreción salivar. Cuando mostraba a estos animales alimentos distintos de la leche, no se provocaba ninguna reacción. Esto demuestra que el aspecto del alimento por sí mismo no es un excitante de la secreción salivar. No se trata de un agente relacionado con esta reacción antes del nacimiento. Es preciso que los perros hayan comido varias veces pan o carne para que a la vista de estos alimentos se produzca saliva.

Veamos ahora lo que se llama un reflejo innato.

Experimento: Damos de comer directamente a un perro, y al cabo de unos segundos, la saliva empieza a fluir. Es el efecto producido por las propiedades mecánicas y químicas de los alimentos en la mucosa bucal; es un reflejo innato. Esto nos explica por qué un perro privado de sus hemisferios cerebrales corre el riesgo de morir de hambre incluso teniendo alimentos muy cerca de él; sólo come cuando el alimento se pone en contacto con su boca.

Ahora se comprende la insuficiencia de estos reflejos innatos, su carácter imperfecto y limitado y, por otra parte, la extrema importancia de los estímulos-señales.

Debemos responder a una pregunta importante: ¿Qué es la señalización y cómo comprenderla desde el punto de vista puramente fisiológico?

Sabemos que un reflejo es una reacción necesaria y regular del organismo ante un agente periférico, y que esta reacción se realiza con la ayuda de un segmento determinado del sistema nervioso. Resulta evidente que la señalización contiene todas las partes constituyentes del proceso nervioso llamado reflejo. El reflejo necesita una estimulación externa, que, como se ha visto en nuestro primer experimento, le viene proporcionada por el sonido del metrónomo; dicha estimulación alerta al aparato auditivo del perro y, por medio de vías apropiadas, es conducida al sistema nervioso central, desde donde se refleja hacia los nervios salivares que, a su vez,

estimulan la glándula. Sin duda, una circunstancia particular habrá llamado vuestra atención en esta experiencia con el metrónomo: desde que éste empieza a golpetear hasta que comienza la salivación pasan bastantes segundos, mientras que en los reflejos este intervalo puede medirse en fracciones de segundo. A nosotros se debe la prolongación de este período latente mediante el uso de ciertos artificios. En general la señalización tiene un efecto tan rápido como el de los reflejos comunes y no experimenta ningún retraso, como veremos seguidamente. El reflejo caracteriza la regularidad de la respuesta en condiciones completamente definidas. Lo mismo puede decirse de la señalización, aunque en ésta el efecto dependa de un mayor número de condiciones. Pero ello no entraña ninguna diferencia fundamental con el reflejo. En efecto: los reflejos son a menudo inhibidos o retrasados en circunstacias rigurosamente definidas. De este estudio deducimos que en este caso tampoco puede achacarse nada a la casualidad. La experiencia se desenvuelve tal como hemos previsto. En el laboratorio especial ya citado, sucede a veces que se espera durante una o dos horas sin que salga ni una gota de saliva, a no ser que hagamos actuar un estímulo. En cambio, en los laboratorios comunes sucede que con gran frecuencia actúan estímulos accidentales que falsean la experiencia.

Después de lo dicho no hay ninguna razón para no considerar como reflejo (y darle este nombre) a lo que hasta ahora he designado con el término de señalización. Sin embargo, la cuestión ofrece, a primera vista, un aspecto que podría hacernos presuponer la existencia de una diferencia esencial entre nuestro viejo reflejo y este nuevo fenómeno. El alimento, por sus propiedades mecánicas y químicas, provoca un reflejo en el animal desde que nace. En cuanto al nuevo reflejo, ya hemos visto que se elabora poco a poco en el transcurso de la existencia individual. ¿No será esta una diferencia esencial? ¿No será razón suficiente para invalidar la denominación de reflejo para este nuevo fenómeno? Indudablemente ello constituye una razón para distinguir esta reacción,

pero no para impugnar nuestro derecho a llamarla reflejo. En este caso se trata de otra cosa: no del mecanismo en sí mismo, sino de la elaboración del mecanismo reflejo. Recurramos al ejemplo de la comunicación telefónica. Puede ser efectuada de dos maneras: o mediante una comunicación directa entre mi casa y el laboratorio o por intermedio de la central. La comunicación es exactamente la misma. La diferencia estriba en que en el primer supuesto la comunicación es directa y en el segundo es necesaria una conexión previa. En un caso, la comunicación está siempre a punto. En el otro, el circuito se cierra cada vez. Lo mismo sucede en nuestro experimento: en un caso el reflejo está ya dispuesto, en el segundo debe ser previamente preparado.

Así pues, el problema debe ser considerado desde el punto de vista de la elaboración de un nuevo mecanismo reflejo. Elaboración que se lleva a cabo fácilmente y de modo infalible en condiciones fisiológicas determinadas, como vamos a ver en el curso de esta lección. No existe ninguna razón de inquietud por el hecho de que omitamos el estado subjetivo del perro. El fenómeno considerado está completamente en nuestras manos gracias a los conocimientos que de él tenemos, es perfectamente regular y no hay ninguna razón para dejar de considerarle tan fisiológico como cualquiera de los fenómenos que corresponden al fisiólogo.

Estos nuevos reflejos han sido llamados *reflejos condicionales,* por oposición a los innatos, que han sido llamados *reflejos incondicionales;* denominaciones que van siendo de uso corriente. Desde el punto de vista de la investigación, estas designaciones están plenamente justificadas. En comparación con los innatos, nuestros nuevos reflejos están verdaderamente muy condicionados. Ante todo, su formación depende del concurso de condiciones determinadas; por otro lado, en su desarrollo dependen de un gran número de circunstancias. En el curso de su estudio, el investigador debe tener en cuenta una gran multitud de factores. Naturalmente nuestra denominación puede muy bien ser sustituida por otras.

Podemos llamar innatos a los incondicionales, y adquiridos a los condicionales. Los primeros pueden denominarse también genéricos —ya que pertenecen a la especie— y los segundos individuales —ya que cambian de un animal a otro e incluso en un mismo animal según el tiempo y las circunstancias—. También queda justificado designar a los primeros como reflejos por conducción y a los segundos reflejos por cierre de circuitos.

Ninguna objeción puede surgir acerca de la posibilidad de cierre de un circuito nervioso que permita formar nuevas conexiones en los hemisferios cerebrales. El cierre de un circuito es un fenómeno de aplicación tan corriente en la vida cotidiana que resultaría rarísimo considerarlo como una cosa inesperada en el sistema nervioso superior encargado del establecimiento de las relaciones más sutiles y complejas. Es completamente natural que al lado de los aparatos de conducción existan aparatos de cierre y apertura de circuito. Para el fisiólogo ello debe ser todavía más verosímil, ya que desde hace diez años el término alemán de «*Bahnung*» [19] (que implica la noción de formación de una vía y de nuevas relaciones) ha sido universalmente aceptado. El reflejo condicional constituye uno de los hechos más comunes y extendidos. Es, sin duda alguna, lo que conocemos con gran variedad de términos en nosotros mismos y en los animales: domesticación, disciplina, educación, costumbre, etc. En efecto: se trata en todos estos casos de relaciones establecidas en el curso de la vida individual entre agentes externos definidos y la actividad específica provocada por ellos. Por todo esto podemos afirmar que el reflejo condicional abre al fisiólogo la puerta a una gran parte, incluso posiblemente a su totalidad, de la actividad nerviosa superior.

Pasemos ahora a preguntarnos en qué circunstancias se forma el reflejo condicional y cómo se produce el cierre del nuevo circuito nervioso. La condición funda-

[19] Bahnung, véase nota número 10 del capítulo «El reflejo condicional».

mental estriba en la coincidencia en el tiempo de un agente externo cualquiera con el efecto estimulante absoluto. En este caso, el estímulo absoluto de la reacción alimenticia es la sustancia nutritiva. Si la prensión del alimento coincide con la acción de un agente que hasta este momento no había tenido ninguna relación con dicho alimento, este agente se convierte en estímulo de la misma reacción. Es lo que sucede en el caso que hemos descrito. Hemos actuado repetidamente sobre el perro por medio de los sonidos del metrónomo e inmediatamente le hemos dado de comer (o sea: hemos provocado su reflejo alimenticio innato). Al cabo de cierto tiempo se podía provocar la salivación y los movimientos correspondientes con la sola acción del metrónomo. Lo mismo sucede en el caso del reflejo defensivo cuando las sustancias no comestibles son puestas en contacto con la boca del perro, por ejemplo una solución diluida de ácido. Se provoca un reflejo incondicional; el animal experimenta una reacción motora, mueve bruscamente la cabeza conservando la boca abierta, intenta expulsar el ácido por medio de la lengua, etc. Todo ello va acompañado de una abundante salivación. Podemos obtener exactamente el mismo efecto con cualquier agente exterior que coincida —una o varias veces— en el tiempo con la acción de introducir el ácido en la boca del animal. De ello se deduce que *la primera condición elemental de elaboración de un reflejo condicional reside en la coincidencia en el tiempo de un agente —indiferente hasta aquel momento— con la acción de un agente incondicionado que provoca un reflejo incondicional determinado.*

La segunda condición puede definirse del siguiente modo: *en la elaboración del reflejo condicional el agente indiferente debe actuar un poco antes que el estímulo incondicionado.* Si no se cumple esta condición, si empezamos por hacer actuar el estímulo incondicionado antes que el agente indiferente, no se formará reflejo condicional.

En nuestro laboratorio, A. Krestovnikov ha hecho infinitas variaciones en los experimentos sobre este tema

sin que cambiasen los resultados. Por ejemplo, se sometió a un perro a la acción de 427 combinaciones distintas del aroma de la vainilla con la introducción de ácido en la boca. En todos los casos se empezó por verter el ácido unos cinco o diez segundos antes que se hiciera patente el olor de la vainilla. Esta última no se transformó nunca en un estímulo condicionado de la reacción al ácido, mientras que, en experiencias ulteriores, cuando el olor del acetato de amilo *precedía* a la introducción del ácido, actuaba como un excelente estímulo condicionado a partir de 20 combinaciones aroma-ácido.

En otro perro se hacía sonar un timbre eléctrico muy potente unos cinco o diez segundos después de haber iniciado la comida. No llegó a actuar como estímulo condicionado de la reacción nutritiva en ninguno de los 374 experimentos realizados. Por el contrario, un objeto que daba vueltas ante los ojos del perro antes de iniciarse la absorción de los alimentos se transformaba en un estímulo condicionado al cabo de cinco coincidencias. El mismo timbre eléctrico actuaba con toda eficacia a partir de la primera coincidencia si se hacía sonar *antes* de la comida del animal. Cinco perros fueron sometidos a estos experimentos. El resultado permaneció invariable, tanto si se añadía el nuevo agente al incondicionado al cabo de cinco o diez segundos como si se hacía al cabo de uno o dos segundos después del inicio del estímulo incondicionado. Para obtener una mayor garantía, en el curso de la elaboración de reflejos condicionales se vigilaba atentamente no sólo la actividad secretoria de los animales sino también su reacción motora. Por tanto, el primer grupo de condiciones para la elaboración del reflejo condicional está integrado por la relación en el tiempo entre el estímulo incondicionado y el agente que debe convertirse en estímulo condicionado.

En cuanto concierne a los hemisferios cerebrales, la elaboración del reflejo condicional exige, ante todo, un estado de actividad sin el cual no sería posible. Si el animal está más o menos somnoliento, la elaboración del

reflejo condicional queda retardada o entorpecida —a veces incluso se hace imposible— puesto que la creación de nuevas conexiones con sus respectivas funciones de transmisión se halla en función del estado activo del animal. Asimismo, durante la elaboración de un nuevo reflejo condicional los hemisferios cerebrales han de estar exentos de cualquier otra actividad.

En la elaboración de nuevos reflejos condicionales es necesario eliminar los estímulos externos, capaces de desencadenar otras actividades en el organismo. Sin este requisito se turba considerablemente —llegando a veces a resultar imposible— la creación del nuevo reflejo. Si, por ejemplo, durante el proceso de elaboración el animal se halla incómodo o sufre un daño cualquiera (por ejemplo, ataduras demasiado apretadas que producen roce o estrangulación, etc.), aunque hagamos que el nuevo estímulo coincida un gran número de veces con el reflejo incondicional o incluso con muchos de ellos, no se formará el reflejo condicional. Recordad a este propósito el perro que no soportaba ninguna limitación a su libertad de movimiento. De aquí se deduce una regla casi general: cuando se utiliza por primera vez un animal para este tipo de experimentos, el primer reflejo condicional se forma con mucha dificultad y, a menudo, exije mucho tiempo. Es fácil de comprender, ya que en nuestro experimento el medio ambiente puede provocar en distintos animales un gran número de reacciones especiales, es decir, provoca una actividad, ajena a nuestro objetivo, en los hemisferios cerebrales. Añadamos que, aun cuando no lleguemos a aclarar siempre la naturaleza de los reflejos accesorios que impiden la elaboración de nuestro reflejo condicional y no podamos, por consiguiente, eliminarlas, las mismas propiedades inherentes a la actividad nerviosa vienen en nuestra ayuda. Si el ambiente en que se desarrolla la experiencia no incluye nada que lesione al animal, los reflejos accesorios que entorpecen nuestro trabajo van atenuándose poco a poco por sí mismos.

Naturalmente en este grupo de condiciones debe incluirse la del buen estado de salud de los animales, garantía de un estado normal de los hemisferios cerebrales, que excluye la posibilidad de influencias de estimulaciones patológicas.

Para acabar, vamos a citar un grupo de condiciones que se relacionan tanto con las propiedades del agente que se convertirá en estímulo condicionado como con las del estímulo incondicionado.

El reflejo condicional se elabora fácilmente a partir de agentes más o menos indiferentes. Hablando con propiedad, no existe ningún agente completamente indiferente. En el animal normal, cualquier variación del medio —el ruido u olor más débiles, un cambio de iluminación, etc.— provoca de inmediato la reacción motora correspondiente al ya citado reflejo investigador, «¿qué es esto?» Por la repetición, este agente relativamente indiferente perderá rápidamente sus efectos y el obstáculo a la elaboración del reflejo condicional será eliminado. Pero si este agente pertenece al grupo de los estimulantes violentos, y sobre todo si es un estímulo especial, la formación de nuestro reflejo condicional se verá turbada y en casos límites imposibilitada. No hay que echar al olvido que en la mayor parte de los casos no conocemos la biografía del perro. ¿Quién sabe qué encuentros ha tenido en su vida y qué relaciones temporales se han formado previamente? [20] Por otra parte, hemos llegado a utilizar como agente a un potente estímulo incondicionado, transformándolo en estímulo condicionado. Tomemos, por ejemplo, el estímulo nocivo de una corriente eléctrica de gran intensidad aplicada a la piel con las subsiguientes quemadura y llaga. No cabe duda de que esta corriente es el estímulo incondicional del reflejo defensivo, que se manifiesta por una fuerte reacción motora cuyo objeto es el de apartarse del estímulo o el de des-

[20] Si esto ocurre en el perro en la situación experimental, en ambiente rigurosamente controlado, ¿qué no ocurrirá en el hombre, en «su» medio infinitamente más complejo y con una historia personal asimismo mucho más complicada?

embarazarse de él. Sin embargo, estos estímulos pueden llegar a ser los agentes de un reflejo condicional de un tipo completamente distinto. El estímulo nocivo se ha transformado en un estímulo condicional del reflejo alimenticio. Una corriente eléctrica de gran intensidad en contacto con la piel llegaba a dejar de provocar la menor reacción defensiva, al propio tiempo que estimulaba una reacción nutritiva: el animal daba la vuelta hacia el lado donde se le daba de comer, se lamía el morro y segregaba saliva abundante.

Transcribimos a continuación el original de las notas del experimento tomado de la obra de M. Yeroféyeva:

Hora	Intensidad de la corriente expresada por la distancia entre las bobinas	Localización de la excitación	Salivación (n.° de gotas de saliva en 30 segs.)	Reacción motora
16 h. 23 m.	4 cms.	habitual	6	Alimenticia, sin reacción defensiva.
16 h. 45 m.	4 »	»	5	
17 h. 7 m.	2 »	nueva	7	
17 h. 17 m.	0 »	»	9	
17 h. 45 m.	0 »	»	6	

Después de cada estimulación eléctrica, el animal recibía alimento durante unos segundos.

Lo mismo se observaba con el perro al que se le producían cauterizaciones en la piel o se le pinchaba hasta hacerle sangrar. Hombres de gran sensibilidad se indignaron ante esta experiencia y tuvimos que demostrarles que su indignación era infundada. Lejos de nosotros intentar penetrar en el mundo subjetivo del perro para descubrir lo que sentía. Sin embargo, teníamos pruebas irrefutables de que, en este caso, no se registraba ninguno de los fenómenos objetivos que usualmente se manifiestan en animales sometidos a la acción de estímulos muy intensos y destructivos. Nuestros perros, cuyos reflejos eran transformados del modo descrito, no manifes-

taban en el transcurso de estas estimulaciones ningún cambio notable de pulso o de respiración, que habrían aparecido infaliblemente si la acción nociva no hubiese sido previamente conexionada con la reacción nutritiva. Es éste un resultado notable de desviación de la estimulación nerviosa de una vía a otra. Pero esta transformación de reflejos depende de una condición determinada: se requiere una cierta correlación entre los reflejos incondicionales. Es posible transformar el estímulo incondicional de un reflejo en estímulo condicional de otro siempre que el primero sea fisiológicamente más débil y biológicamente menos importante que el segundo. Es lo que creo puede deducirse de los últimos resultados logrados en los experimentos de Yeroféyeva. El estímulo destructivo aplicado a la piel del perro se ha transformado en un estímulo condicional alimenticio. Ello se debe probablemente a que el reflejo alimenticio es más fuerte que el defensivo, cuando el efecto destructivo actúa sobre la piel. La observación cotidiana nos ofrece el ejemplo de perros que al pelearse entre sí para obtener el alimento llegan a producirse heridas en la piel, es decir, que el reflejo alimenticio supera al defensivo. Sin embargo, esto sólo es verdad dentro de ciertos límites. Hay un reflejo más fuerte que el alimenticio; es el reflejo de conservación de la vida: el del ser o no ser. Desde este punto de vista, puede ser comprendido el hecho siguiente. Una fuerte corriente eléctrica puesta en contacto con la piel que recubre directamente el hueso (sin intermediario muscular) no puede convertirse en estímulo condicionado de la reacción nutritiva en vez del de la reacción defensiva; es decir, que los nervios aferentes estimulados por la lesión del hueso (y que por tanto señalan un peligro inminente para el organismo) se hallan en una gran dificultad —que puede llegar incluso a la imposibilidad— para ponerse en relación con el segmento cerebral que estimula la reacción nutritiva. Señalemos que los hechos que acabamos de explicar nos muestran la ventaja de haber tomado el

reflejo incondicional alimenticio (que se halla en la cima de la escala jerárquica de los reflejos) como objeto de nuestras experiencias.

Los agentes fuertes e incluso los especializados pueden —tal como hemos visto— servir de estímulos condicionales en circunstancias determinadas. Sin embargo, el agente debe poseer una fuerza mínima por debajo de la cual no puede actuar como estímulo condicionado. Una temperatura inferior a los 38° ó 39° C aplicada a la piel no será válida como estímulo condicional térmico (experimentos de O. Solomonov).

Del mismo modo que con la ayuda de un estímulo incondicional de gran potencia —como es, por ejemplo, el alimento— puede transformarse en estímulo condicional un agente muy poco favorable que forme parte ya de otro reflejo —incluso incondicional—, por el contrario un reflejo incondicional de poca intensidad no podrá elaborar un estímulo condicionado, o lo hará con mucha dificultad, aun cuando haya sido escogido entre los agentes menos desfavorables o entre los indiferentes. Sólo pueden ser estímulos incondicionales de debilidad constante o estímulos incondicionales de debilidad pasajera los que en otros estados del organismo son, por el contrario, extremadamente poderosos (como, por ejemplo, el alimento). Pensemos en un animal hambriento. El alimento provoca en él un poderoso reflejo alimenticio incondicional; el reflejo condicional se elabora, en estas condiciones, muy de prisa y con fuerza. Un animal al que se le da comida con regularidad dará un reflejo incondicional más débil; y en estas condiciones no se formará el reflejo condicional o, de hacerlo, ocurrirá muy lentamente.

Observando las condiciones expuestas (lo que no resulta muy difícil) obtendremos, *con toda seguridad,* la elaboración de un reflejo condicional. ¿Por qué razón no tendríamos, pues, que considerar la formación del reflejo condicional como un fenómeno puramente fisiológico? Hemos sometido al sistema nervioso del perro a una serie de influencias externas que dan como resul-

tado *necesario* la formación de una nueva conexión nerviosa, el cierre de un nuevo circuito nervioso. Por consiguiente, tenemos ante nosotros un típico arco reflejo. ¿Qué lugar queda para relaciones extrafisiológicas? ¿Por qué razón el reflejo condicional y el proceso de su elaboración tendrían que ser algo distinto a la fisiología? No veo ninguna razón para ello, y me permito sospechar que en estas cuestiones los prejuicios humanos asumen un papel muy importante. La repugnancia en reconocer el determinismo de la actividad nerviosa superior, debida a la extrema complejidad de nuestras sensaciones subjetivas que permanecen todavía —en la mayor parte de casos— inaccesibles al análisis llevado hasta los últimos elementos de la estimulación, no es tampoco ajena a este hecho.

6. Las ciencias naturales y el cerebro [1]

Es preciso reconocer que el progreso de las Ciencias Naturales, ininterrumpido e irresistible desde Galileo, sufre su primer notable atranco al enfrentarse con el estudio de las partes superiores del cerebro o, dicho de modo más general, cuando se encuentra ante el órgano que preside las relaciones más complejas de los animales con el mundo exterior. No se trata de un hecho fortuito: se trata de un momento verdaderamente crítico en la historia de las Ciencias Naturales, cuando el cerebro, en su forma compleja, humana, creador del conocimiento en las ciencias naturales, se hace objeto de ellas.

Pero veamos las cosas más de cerca. Desde hace mucho tiempo, el fisiólogo estudia sistemática e incesantemente, siguiendo las más rigurosas leyes del pensamiento científico, el organismc animal. Observa los fenómenos vitales que se desarrollan en el tiempo y en el espacio ante sus ojos y trata de definir experimentalmente las condiciones elementales y constantes de su existencia y de su desenvolvimiento. Su sagacidad y su dominio de

[1] Discurso pronunciado en Moscú en 1909.

los fenómenos vitales crecen continuamente, a la par que, a la vista de todos, crece el poder de la ciencia sobre la naturaleza inanimada. Cuando el fisiólogo presta su atención a las funciones fundamentales del sistema nervioso (la excitación y su conducción), es un investigador, un naturalista que profundiza sus conocimientos acerca de las influencias de los más variados agentes externos en los procesos nerviosos generales, a pesar de que la esencia de éstos permanece todavía oscura. Cuando el fisiólogo estudia la médula, segmento inferior del sistema nervioso central por el que el organismo da sus respuestas a las influencias del mundo exterior, es decir, cuando estudia las variaciones experimentadas por la materia viva ante un factor externo determinado, continúa estando en el campo de la investigación científica. La interacción constante, conforme a determinadas leyes, del organismo animal con el mundo externo, realizada por medio del segmento inferior del sistema nervioso central, es llamada por el fisiólogo «reflejo». Como era de esperar, este reflejo es rigurosamente específico desde el punto de vista científico: un determinado fenómeno externo provoca una sola y determinada reacción en el organismo.

Pero cuando el fisiólogo alcanza la parte superior del sistema nervioso central, el carácter de su actividad cambia bruscamente. Deja de concentrar su atención en la relación entre los fenómenos externos y las reacciones provocadas en el animal, para construir sus hipótesis sobre el estado interno del animal inspirándose en sus propios estados subjetivos. Hasta aquel momento sólo había utilizado conceptos científicos generales, pero ahora se servirá de conceptos que le son extraños, de conceptos psicológicos que no guardan ninguna relación con las nociones que anteriormente había adquirido. Es un paso de la máxima importancia. ¿Qué razones profundas han empujado al fisiólogo? ¿Qué lucha de opiniones ha precedido a este paso? La respuesta a esta pregunta es, en verdad, inesperada: en el mundo de la ciencia nada precede a este paso excepcional. Las Ciencias Naturales,

personificadas en el fisiólogo, al llegar al estudio de la parte superior del sistema nervioso central, casi inconscientemente, casi inadvertidamente, han acatado la costumbre habitual de considerar la actividad nerviosa superior de los animales igual que la propia y de explicar sus acciones por las mismas causas intrínsecas que sentimos y reconocemos en nosotros mismos.

El fisiólogo ha abandonado, pues, la firme posición de las Ciencias Naturales. ¿Qué ha ganado con ello? Pedir prestadas sus nociones a una rama de los conocimientos humanos que a pesar de su larga existencia —tal como confiesan sus propios creadores— no ha llegado todavía a alcanzar el derecho de llamarse ciencia. La Psicología, en su estudio del mundo interior del hombre, está aún buscando sus verdaderos métodos. ¡Y el fisiólogo se ha impuesto la ingrata tarea de conjeturar sobre el mundo interior de los animales!

No es difícil comprender por qué los estudios sobre la actividad nerviosa compleja de los animales superiores no han progresado apenas, a pesar de que empezaron hace unos cien años. Hacia 1870 los trabajos sobre el segmento superior del cerebro parecen recibir un impulso potente que, sin embargo, no logra conducirlos por el buen camino. Durante unos años se obtuvieron unos datos de capital importancia, pero las investigaciones de nuevo se paralizaron. Hay que reconocer que su objetivo es inmenso. Sin embargo, durante más de treinta años repiten y vuelven a repetir la misma temática sin que se obtenga casi nada nuevo en el dominio de las ideas. Un fisiólogo moderno, imparcial, debe reconocer que la fisiología del cerebro superior se encuentra en la actualidad en un callejón sin salida. Quede claro que la Psicología no ha correspondido, en su calidad de aliada de la Fisiología, a las esperanzas fundadas en ella. En tal estado de cosas el sentido común exige que la Fisiología vuelva al camino de las Ciencias Naturales. Y una vez en él ¿qué debe hacer? Al estudiar la actividad superior del sistema nervioso central debe permanecer fiel a los mismos métodos que utilizó para el estudio

de la actividad inferior; es decir, debe confrontar exactamente las variaciones del medio ambiente con las correspondientes variaciones del organismo animal y establecer las leyes que rigen estas relaciones. Pero las conexiones en cuestión son, aparentemente por lo menos, muy complejas e intrincadas. ¿Pueden ser registradas objetivamente? La única respuesta seria a esta pregunta es: hay que intentar la exploración tenaz y prolongada. Esta confrontación, exclusivamente objetiva, del mundo exterior con el organismo, se emprende hoy por varios investigadores en una gran variedad de especies del reino animal. Me cabe el honor de presentar a vuestra benevolente atención este ensayo sobre la actividad extremadamente compleja de un animal superior: el perro. Para la exposición que sigue voy a basarme en la experiencia de diez años de investigaciones practicadas en los laboratorios que dirijo, donde junto con varios jóvenes colegas hemos buscado fortuna en este nuevo camino de exploración. Esta obra de diez años, tristes al principio por el tormento de la duda, pero cada vez más alentadores por la certeza de que nuestros esfuerzos no habían sido vanos, es, ahora lo sé, la solución positiva, indudable, del problema planteado anteriormente.

Para nosotros, cualquier actividad del segmento superior del sistema nervioso nuevamente descubierta está formada por dos mecanismos nerviosos esenciales: 1) por el mecanismo de la conexión temporal, o sea, el cierre transitorio de las vías de conducción entre los fenómenos del mundo exterior y las reacciones que provocan en el organismo animal; 2) por el mecanismo de los analizadores.

Vamos a estudiar por separado los dos mecanismos.

Antes he recordado que en el segmento inferior del sistema nervioso central, la Fisiología ha determinado, desde hace mucho tiempo, el mecanismo del llamado reflejo, de la relación permanente que se establece, por medio del sistema nervioso central, entre ciertos fenómenos del medio ambiente con las correspondientes variaciones provocadas por éste en el organismo. Por ser una conexión

simple y permanente, era lógico llamarle reflejo incondicional.

El mecanismo de las conexiones temporales —según se ha podido comprobar por los datos y conclusiones que de ellos se derivan— tiene lugar en el segmento superior del sistema nervioso central. Mediante esta parte del sistema nervioso, los fenómenos del mundo exterior se reflejan en la actividad del organismo (es decir, estimulan al organismo a la actividad) o bien se muestran indiferentes para el organismo sin causar en él ninguna reacción, como si no existiesen. Era también natural llamar a estas conexiones temporales, a estos nuevos reflejos, «reflejos condicionales». ¿Qué ventajas proporciona al organismo el mecanismo de la conexión temporal? ¿Cuándo aparece este reflejo condicional? Permitid que conteste con un ejemplo actual. Una de las conexiones esenciales del organismo animal con el medio ambiente es la que se realiza por medio de ciertas sustancias químicas que deben integrarse constantemente a dicho organismo; es la conexión alimenticia. El intercambio nutritivo en los grados más bajos de la escala animal tiene lugar tan sólo por el contacto directo del animal con la comida, o viceversa. En grados más elevados, estas relaciones son más numerosas y distantes. Olores, ruidos e imágenes conducen a los animales hacia el alimento en cada vez más amplios espacios del medio ambiente. En el grado superior los sonidos de la palabra, sus signos escritos o impresos, dispersan la raza humana sobre toda la superficie terrestre en busca del pan cotidiano. Y así van surgiendo innumerables agentes externos —diversos y distantes— que actúan como señales de la sustancia nutritiva, dirigen a los animales superiores hacia su conquista, y le inducen a crear la conexión alimenticia con el medio ambiente. Paralelamente, esta diversidad y lejanía de los agentes implica la transformación de las relaciones permanentes entre factores externos y organismo, en relaciones temporales. En primer lugar, porque las relaciones distantes son esencialmente pasajeras y variables; y, en segundo lugar, porque dado su gran-

dísimo número no hallarían sitio, como conexiones permanentes, en los más voluminosos aparatos. Un determinado alimento puede hallarse ora en un lugar, ora en otro; puede ir acompañado de un grupo u otro de fenómenos y formar parte de uno u otro sistema del mundo exterior. Por esta razón uno u otro de los fenómenos naturales puede ser el agente estimulante accidental de una reacción positiva (en el más amplio sentido de la palabra) hacia el alimento. Permitidme que utilice una comparación para demostrar que es imposible que las relaciones distantes sean permanentes. Imaginaros que en lugar del actual sistema telefónico a través de una central —comunicación temporal— existiese una comunicación telefónica permanente de todos los abonados entre sí. ¡Qué costoso, complicado e inconveniente sería! En el sistema actual, lo que en determinado caso se pierde en facilidad de comunicación (el abonado con quien deseamos hablar está comunicando con otro), se gana en la enorme extensión de la red.

¿Cómo se establece la conexión temporal, es decir, el reflejo condicional? Es necesario, ante todo, que un nuevo agente externo neutro coincida en el tiempo, una o varias veces, con la acción de un agente conectado con el organismo, es decir, que se ha transformado ya en operante. Debido a tal coincidencia, el nuevo agente entra a formar parte de la misma conexión y se manifiesta con la misma actividad contribuyendo a provocar la reacción.

Como podemos ver, el nuevo reflejo se forma con la ayuda del antiguo. En el sistema central —donde tiene lugar el proceso de función de los reflejos condicionales— los hechos se desarrollan tal como sigue: si una nueva estimulación previamente indiferente llega a los hemisferios cerebrales y encuentra en aquel momento un foco de fuerte excitación del sistema nervioso, empieza por concentrarse, se abre camino hacia dicho foco y desde allí hacia el órgano correspondiente del que se convierte en estímulo. Por el contrario, si no existe el foco la nueva estimulación se dispersa, sin efecto apreciable, por

la masa cerebral. Tal es la fórmula de la ley fundamental del sistema nervioso central.

Permitidme que, aunque sea brevemente, ilustre con *hechos* lo que hemos dicho acerca del mecanismo de formación del reflejo condicional.

Hasta ahora, todos nuestros trabajos han sido realizados sobre un órgano muy pequeño, fisiológicamente insignificante: la glándula salivar. Esta elección —si bien casual en su inicio— ha demostrado ser muy satisfactoria. En primer lugar, cumple una condición fundamental del pensamiento científico: empezar nuestra labor en el campo de los fenómenos complejos con el caso más simple posible. En segundo lugar: en el órgano elegido pueden distinguirse perfectamente el aspecto simple y el complejo de la actividad nerviosa y, al mismo tiempo, pueden confrontarse con facilidad. Todo ello nos lleva a la explicación de los hechos. Es conocido por la Fisiología, desde hace tiempo, que la glándula salivar empieza a funcionar —o sea, a segregar saliva— cuando se introduce en ella un alimento u otra sustancia estimulante y que esta correlación se establece por medio de determinados nervios. Nervios que, una vez recibida la estimulación que parte de las propiedades químicas y mecánicas de la sustancia introducida en la boca, la conducen primero al sistema nervioso central y de allí a la glándula, provocando la secreción salivar. Este es el viejo reflejo llamado, en nuestra terminología, incondicional, conexión permanente y actividad nerviosa simple que se cumple siempre de modo idéntico en el animal aun cuando se halle privado del segmento superior del cerebro. Sin embargo, no sólo los fisiólogos sino todo el mundo sabe que las glándulas salivares están en una relación mucho más compleja con el mundo exterior. Basta pensar en la salivación que se provoca en el hombre o en el animal a la sola vista del alimento. Siguiendo la vieja terminología, este hecho se llama «secreción psíquica». Para esta función nerviosa compleja es indispensable la participación de los centros nerviosos superiores.

El análisis de este fenómeno demuestra que en la base de esta función nerviosa compleja de las glándulas salivares, de sus complejas relaciones con el mundo exterior, se halla un mecanismo de conexión temporal, aquel reflejo condicional que anteriormente he descrito en su aspecto genérico. Nuestros experimentos han aclarado el fenómeno por la simple e indiscutible fuerza de los hechos. Todo cuanto nos llega del mundo exterior —olores, imágenes, sonidos, etc.— puede entrar en conexión temporal con las glándulas salivares y transformarse en un factor estimulante de la salivación si ha coincidido en el tiempo, por lo menos una vez, con un reflejo incondicional (salivación producida al introducir una sustancia en la boca). Hemos podido crear reflejos condicionales en la cantidad y calidad que hemos querido.

Actualmente la teoría de los reflejos condicionales (aunque sólo tuviésemos en cuenta los experimentos en nuestro laboratorio) constituye un enorme capítulo, rico en hechos y en leyes exactas que son característica común de estos fenómenos. He aquí una enumeración de los principales títulos de este capítulo. Tenemos, ante todo, no pocos detalles sobre la rapidez con que se forman los reflejos condicionales. Siguen las diversas formas de conexiones temporales y sus propiedades generales. Como los reflejos condicionales tienen su sede en el segmento superior del sistema nervioso, donde constantemente entrechocan las numerosas influencias procedentes del mundo exterior, se comprenderá que, en un determinado momento, se establezca una lucha ininterrumpida y una continua selección entre los más variados reflejos condicionales. De aquí los frecuentes casos de inhibición de estos reflejos. En la actualidad se conocen tres clases de inhibición: la simple, la de extinción y la condicional que constituyen conjuntamente el mecanismo de la inhibición externa, pues las tres se basan en la asociación de un agente externo extraño al estímulo condicionado. Por su parte, el reflejo condicional ya formado soporta, debido a sus relaciones internas, oscilaciones continuas que pueden llegar hasta su desapari-

ción completa durante cierto tiempo; en otras palabras: puede sufrir una inhibición interna. Por ejemplo, si un reflejo condicional, incluso antiguo, se repite varias veces sin ir acompañado del reflejo incondicional que sirvió para elaborarlo, declinará gradual e infaliblemente hasta llegar a un valor cero. Esto quiere decir que cuando un reflejo condicional, señal de un reflejo incondicional, comienza a señalarle equivocadamente pierde súbita y progresivamente su acción excitante. Esta pérdida es debida no a la destrucción del reflejo condicional sino a su inhibición interna temporal, ya que este reflejo extinguido se restablece por sí mismo pasado un cierto tiempo. Existen otros casos de inhibición interna. Nuestras experiencias han revelado otros aspectos importantes de la cuestión: se ha demostrado que además de la excitación y de su correspondiente inhibición existe —y con la misma frecuencia que para éstas— una inhibición de la inhibición, es decir, una desinhibición. No podríamos decir cuál de los tres procesos es más importante. Basta comprobar que toda la actividad nerviosa superior, tal como se manifiesta por los reflejos condicionales, consiste en una continua alternancia o, mejor dicho, en un continuo equilibrio de estos tres procesos fundamentales: la excitación, la inhibición y la desinhibición.

Pasaré, ahora, al segundo de los mecanismos fundamentales ya enunciados: el de los analizadores.

Como hemos dicho antes, la conexión temporal va transformándose en una necesidad cada vez más perentoria a medida que se complican las relaciones entre el animal y el mundo exterior. Esta complicación de conexiones hace presuponer que en el organismo animal existe la capacidad de descomponer el mundo exterior en partes constituyentes. Efectivamente, todo animal superior posee analizadores variados y discriminantes en alto grado. Hasta ahora los hemos llamado órganos de los sentidos. La teoría fisiológica de estos órganos —tal como implica su mismo nombre— se compone en su mayor parte de datos subjetivos, o sea, de observaciones y experimentos sobre las sensaciones y las percepciones.

Por este motivo carecen de los medios y ventajas que se obtienen con el estudio objetivo y la experimentación —prácticamente ilimitadas— con los animales. En honor a la verdad hay que decir que, debido al interés que inspira y a la ayuda de algunos investigadores de talento, este capítulo es uno de los mejor estudiados y uno de los más ricos en datos de excepcional importancia científica. Sin embargo, la perfección de sus investigaciones va referida principalmente al aspecto físico del órgano; en el ojo, por ejemplo, a la formación de una imagen clara en la retina. En el aspecto puramente fisiológico, es decir, en el estudio de las condiciones y clases de excitabilidad de las terminaciones nerviosas de un determinado órgano de los sentidos, existen todavía muchos problemas sin solucionar. En la vertiente psicológica, o sea en la teoría de las sensaciones y percepciones producidas por la excitación de estos órganos, a pesar de la ingeniosidad y la habilidad de observación, los investigadores sólo han obtenido algunos hechos fundamentales. Lo que el genial Helmholtz designaba con la célebre expresión «conclusión inconsciente» corresponde sin duda al mecanismo del reflejo condicional. Así cuando el fisiólogo se percata de que para llegar a elaborar una representación de las dimensiones reales de un objeto se requiere una cierta dimensión de la imagen en la retina, al mismo tiempo que cierto trabajo de los músculos internos y externos del ojo, no hace más que atestiguar la existencia de un reflejo condicional. Una determinada combinación de excitaciones procedentes de la retina y de estos músculos, después de haber coincidido varias veces con la sensación táctil producida por un objeto de cierta dimensión, se transforma en señal, es decir, en estímulo condicionado del tamaño real del objeto. Desde este punto de vista, y hablando fisiológicamente, no puede negarse que los hechos fundamentales de la vertiente psicológica de la fisiología de la visión son una serie de reflejos condicionales, es decir, hechos elementales concernientes a la compleja actividad del analizador óptico. Al llegar al final del análisis nos encontramos

—al igual que en toda la fisiología— con que es más, mucho más, lo que queda por conocer que lo que es conocido.

Un analizador es un mecanismo nervioso complejo que empieza en el aparato receptor externo para terminar en el cerebro, ya en el segmento inferior, ya en el superior. En el último caso es mucho más complejo. El hecho fundamental en la fisiología de los analizadores se halla en la capacidad que posee cualquier aparato periférico para transformar específicamente una determinada energía externa en un proceso nervioso. Surgen aquí una serie de preguntas de difícil respuesta: ¿Qué proceso es responsable de esta transformación en su última fase? ¿En qué se funda el análisis? En cuanto a la actividad del analizador: ¿qué parte debemos atribuir a la estructura y al proceso que se desenvuelve en el aparato periférico y cuál al que se desarrolla en su terminación cerebral? ¿Por qué etapas sucesivas pasa este análisis desde los grados más simples a los más complejos? ¿A qué leyes generales obedece? En la actualidad todos estos problemas deben ser sometidos a un estudio objetivo, en el animal, por el método de los reflejos condicionales.

Haciendo entrar en conexión temporal con el organismo un determinado fenómeno natural, es fácil determinar hasta qué grado de discriminación puede llegar el analizador correspondiente. En el perro se puede determinar con facilidad y precisión que su analizador acústico distingue los más finos matices de timbre y fracciones infinitesimales de tono. Y no sólo los distingue, sino que los retiene (lo que en el hombre se llama «oído absoluto»). Esta fina percepción acústica se hace mucho más patente en los tonos agudos, llegando a percibir sonidos de hasta ochenta a noventa mil vibraciones por segundo, mientras que el oído humano alcanza su límite a las cuarenta o cincuenta mil.

Por otra parte, de la investigación objetiva surgen las leyes de acuerdo con las que se verifica el análisis. La más importante es la de su desenvolvimiento gradual. La participación de un analizador en la formación de un reflejo condicional —de una conexión temporal— es, en

una primera fase, general y tosca. Sin embargo, sus partes más finas y discriminadas entran en función en seguida gracias a las diferenciaciones sucesivas, es decir, a su diferenciación gradual. Si, por ejemplo, se pone al animal ante un objeto luminoso, en un principio obrará como estímulo la intensidad de la luz y posteriormente la forma del objeto luminoso podrá actuar como estímulo específico. De las experiencias con reflejos condicionales surge un hecho general: la diferenciación se obtiene mediante un proceso de inhibición. Es como si se excluyesen todas las partes del analizador, excepto la que actúa. De hecho el desenvolvimiento de este proceso —tal como se está comprobando en numerosos experimentos— constituye la base del análisis progresivo. Voy a daros un ejemplo muy demostrativo: si el equilibrio entre el proceso de excitación y el de inhibición se altera a favor del primero (administración de un excitante como la cafeína), la diferenciación, antes exactamente elaborada, va debilitándose hasta que en algunos casos llega a desaparecer por completo durante cierto tiempo.

El estudio objetivo de los analizadores ha mostrado también sus ventajas en los experimentos basados en lesiones de los hemisferios cerebrales. Estos nos han revelado un hecho importante y preciso: cuanto más daño sufre la terminación cerebral de un analizador, más pierde su agudeza de funcionamiento. Continúa participando en las conexiones condicionales pero lo hace tan sólo en las actividades más generales. Si se destruye, por ejemplo, una parte importante de la terminación cerebral del analizador óptico, una cierta intensidad de luz se transforma en estímulos condicionados, pero determinados objetos o determinadas combinaciones de luz y sombra pierden para siempre su acción estimulante específica.

Para terminar la exposición de los hechos en este nuevo campo de investigación debo referirme brevemente a las peculiaridades de este trabajo. El investigador tiene la impresión de estar siempre sobre un terreno firme y muy fértil. Las preguntas surgen de todas partes y la misión del investigador consiste en jerarquizarlas en

el orden de sucesión más conveniente y natural. A pesar de la rapidez con que se llevan a cabo las investigaciones, no por ello pierden su carácter práctico. Al que no lo haya experimentado por sí mismo le costará creer que las relaciones psicológicas más complicadas y más misteriosas en apariencia, pueden ser sometidas a un análisis fisiológico objetivo, claro y fecundo, fácilmente controlable en todas sus etapas por experimentos apropiados.

Quien trabaja en este campo se ve asediado con frecuencia por el estupor y la admiración ante la potencia casi inverosímil de la investigación objetiva en este nuevo campo de fenómenos tan complejos. Estoy convencido de que cualquier experimentador que se integre a este nuevo tipo de estudios sentirá un verdadero entusiasmo y una sincera pasión.

La elaboración de las leyes de la actividad nerviosa superior y el descubrimiento progresivo de sus enigmáticos mecanismos se asientan sobre una base puramente científica. Sería una pretensión injustificable afirmar que la actividad nerviosa superior está constituida única y exclusivamente por los dos mecanismos generales que hemos descrito. Pero esto quizás importa poco en este momento. El futuro de la investigación científica es siempre oscuro y lleno de imprevistos. Lo esencial, en el momento presente, reside en el vasto horizonte de investigaciones que se nos abre y en que continuemos fieles a un trabajo y a unas nociones puramente biológicas.

Estas nociones sobre la actividad más compleja del organismo animal se hallan en plena armonía con la concepción general que de ellas pueda tenerse desde el punto de vista biológico. En su condición de parte integrante de la naturaleza, todo organismo animal representa un sistema preciso, complicado, cuya existencia depende de que sus fuerzas interiores estén en equilibrio con las exteriores del medio ambiente. Cuanto más complejo es el organismo, tanto más finos, numerosos y variados son los elementos que establecen este equilibrio. Concurren a tal fin los analizadores y las conexiones temporales y permanentes que establecen relaciones exac-

tas entre los más minúsculos elementos del mundo exterior y las más sutiles reacciones del organismo animal. De este modo, toda la vida, desde los organismos más simples a los más complicados —incluido el humano—, es una larga serie de sistemas de equilibrio, cada vez más complejos, con el mundo exterior. Llegará el día —quizás todavía lejano— en que el análisis matemático, apoyándose en las ciencias naturales, encuadrará todos estos equilibrios en las fórmulas grandiosas de sus ecuaciones, donde encontrará también expresión su propia existencia [2].

Al decir esto, querría prevenir un malentendido en torno a mí. Yo no rechazo la Psicología como conocimiento de la vida mental del hombre. Menos aún me inclino a recusar cualquiera de las inclinaciones más poderosas del espíritu humano. No hago más que defender y afirmar el derecho indudable y absoluto del pensamiento científico para manifestar su fuerza en todos los terrenos donde pueda hacerlo y en tanto que *tenga posibilidades* para ello. ¿Quién puede señalar el límite de esta posibilidad?

Para terminar, permitidme que os diga algunas palabras sobre las condiciones prácticas de los experimentos de nuestro nuevo campo de estudios.

El investigador con audacia suficiente para emprender el registro de *todas* las influencias del mundo circundante sobre el organismo animal necesita medios de exploración excepcionales. Debe dominar todas las influencias exteriores. Por esta razón, estas investigaciones exigen un tipo de laboratorio especial e inédito, al

[2] Declaraciones como ésta han contribuido a sostener la visión mecanicista de Pávlov por lo que tan agudamente ha sido criticado. He señalado en el prólogo cuáles son, a mi juicio, los puntos débiles en el pavlovismo teórico desde un ángulo de contemplación evolucionista. La crítica pseudodialéctica, inspirada en manifestaciones como la que comento, carece de sentido. Parece olvidarse que la diversidad entre las formas de movimiento de la materia presupone al mismo tiempo su unidad. Las matemáticas estudian la relación cuantitativa de los fenómenos, relación que, precisamente, da unidad a la diversidad cualitativa; no sólo el neopositivismo confía en la posible expresión matemática de las relaciones cuantitativas de un nivel de la realidad.

abrigo de ruidos inesperados, de variaciones de la luz, de las corrientes de aire, etc., etc. En resumen: un lugar donde reine la calma, donde el experimentador tenga a su disposición cualquier clase de energía, cuya acción pueda variar entre los más amplios límites gracias a los aparatos de análisis y medida apropiados. Será la sede de una verdadera emulación entre la técnica moderna del instrumento físico y la perfección de los analizadores animales. Representará, al propio tiempo, una estrecha alianza entre la fisiología y la física, en la que la física, sin duda alguna, nada tendrá que perder.

En las actuales condiciones de nuestros laboratorios el trabajo es limitado y penoso para el experimentador. Preparáis un experimento durante semanas y en el momento decisivo, cuando llenos de emoción esperáis la respuesta que os interesa, un brusco temblor del edificio, un ruido que viene de la calle, etc., hacen que vuestras esperanzas queden frustradas y tenéis que aplazar indefinidamente la respuesta tan deseada [3].

La creación de un laboratorio normal que permita llevar a cabo estas investigaciones es, por sí sola, una obra científica importante. Desearía que en este aspecto fuésemos también los pioneros y que se crease en nuestro país el primer laboratorio apropiado para este tipo de trabajo. Desearía que esta empresa científica de primer orden se debiese a nuestra iniciativa, que fuese totalmente nuestra. Ello sólo puede ser realizado con el interés y la iniciativa sociales. Quiero confesar, como final, que la comunicación de hoy me ha sido inspirada, suscitada, por la esperanza de que sea aquí, en Moscú, ciudad que es el símbolo de la dignidad rusa, donde halle este interés social por nuestras investigaciones [4].

[3] Estos inconvenientes fueron obviados más adelante, con la construcción de las famosas «torres del silencio».

[4] Pávlov tuvo la dicha de asistir al pleno reconocimiento de su obra. En 1924 se inauguró el Instituto de Fisiología de la Academia de Ciencias y se le dio el nombre de «Instituto Pávlov». En 1929 se inauguró el Koltushi, otro instituto que también lleva su nombre; a su alrededor se creó una pequeña ciudad íntegramente dedicada a la investigación (Pávlovovo)

7. Mecanismo fisiológico de los movimientos voluntarios [1]

En 1911, en el laboratorio de la Academia militar de Medicina, Krasnogorski dejó definitivamente establecido el carácter indudablemente aferente de la zona cortical motriz, utilizando una excitación cinestésica de la musculatura esquelética como estímulo condicionado alimenticio, parecido a aquellos que llegan del córtex por medio de receptores exteriores: los ojos, los oídos, etcétera. Dicho de otro modo: mostró que todo movimiento esquelético pasivo puede transformarse en señal de un reflejo alimenticio positivo incondicional, es decir, en un estímulo alimenticio condicionado.

A I. Konorski y a S. Miller, que habían obtenido estos hechos fundamentales en Varsovia, en cuyo Instituto de Medicina (sección de Fisiología) continúan el estudio experimental, se debe la iniciativa de utilizar las excitaciones cinestésicas (movimientos pasivos) como señales de reflejos incondicionales negativos (excitación dolorosa del oído, introducción de ácido en la boca) y

[1] Artículo publicado en 1936.

como inhibidores condicionados en los grupos de reflejos incondicionales. Con este método se ha obtenido un gran número de hechos que se relacionan con el importante problema fisiológico del mecanismo de los movimientos voluntarios, es decir, de los movimientos suscitados por el córtex de los hemisferios cerebrales [2].

Ante todo hay que reconocer como un hecho establecido que un movimiento determinado corresponde a la irritación de unas células corticales cinestésicas determinadas e, inversamente, que la reproducción pasiva de un movimiento definido envía, a su vez, impulsos a las células cinestésicas del córtex, células cuya excitación provoca, de un modo activo, el mismo movimiento. Veamos cómo se demuestra este hecho: la primera parte de la proposición citada es un hecho fisiológico constante y conocido desde largo tiempo. La excitación química, mecánica, o por una corriente eléctrica débil, provoca movimientos esqueléticos rigurosamente determinados. La segunda parte se relaciona con los hechos corrientes del adiestramiento de animales, por ejemplo, del perro. Se levanta la pata de uno de estos animales diciéndole: «dame la pata» o, simplemente, «la pata», ofreciéndole inmediatamente un terrón de azúcar. Después de unas cuantas repeticiones de este procedimiento, el perro da por sí mismo la pata cuando oye estas palabras o, incluso, sin oír la orden, cuando tiene hambre, o sea, en un momento de excitación nutritiva. Las deducciones de este hecho constante, ampliamente conocido, son evidentes y muy variadas. Está claro, en primer lugar, que la célula cinestésica estimulada por un cierto movimiento pasivo reproduce este mismo movimiento cuando es excitada por un influjo que viene del centro y no de la periferia. En segundo lugar, es igualmente evidente que

[2] Este nuevo tipo de condicionamiento ha sido denominado por sus descubridores condicionamiento de tipo II. No ha de ser confundido con el condicionamiento de reflejos de segundo o más elevado orden. En la literatura anglosajona se le da el nombre de condicionamiento operante (Skinner) o condicionamiento instrumental.

la célula cinestésica está en relación con la célula auditiva al mismo tiempo que con la gustativa, la de la excitación nutritiva, ya que se pone en acción por las excitaciones producidas por las dos células. En tercer lugar, deducimos que en este sistema celular coordinado el proceso de excitación lleva a término un movimiento de ida y vuelta; sigue dos direcciones opuestas, yendo ya desde la célula cinestésica a la gustativa (en el periodo de la formación de la conexión), ya de la segunda a la primera (en caso de excitación nutritiva). Estas deducciones se confirman con otros hechos. Hace tiempo que se notó y demostró científicamente que si se piensa en cierto movimiento (es decir, si nos forjamos de él una imagen cinestésica), sin darnos cuenta, involuntariamente acabaremos por efectuarlo. Lo mismo sucede en el adiestramiento de una persona que ha de llevar a cabo un trabajo que desconoce: ir a cualquier sitio, hacer algo teniendo como intermediario otra persona que conoce el trabajo impuesto, pero que no piensa en él ni quiere ayudar a la primera. Sin embargo, y a pesar de sí mismo, le aporta una ayuda eficaz tan sólo cogiéndole de la mano. La última, sin darse cuenta, involuntariamente empuja a la primera hacia su objetivo, impidiéndole tomar la dirección opuesta. Cuando se aprende a tocar una partitura al piano o al violín es bien evidente el paso de la excitación de la célula óptica a la cinestésica.

De este modo las células cinestésicas de la corteza pueden —y de hecho así lo hacen— ponerse en relación con todas las células corticales, tanto con las que representan las influencias extrañas como con las que se relacionan con los procesos internos más diversos del organismo. Precisamente en esto reside la base fisiológica de los llamados movimientos voluntarios, es decir, de los determinados por la actividad global del córtex.

Esta concepción fisiológica de los movimientos voluntarios deja en suspenso la cuestión de la relación cortical entre las células cinestésicas y las células motoras correspondientes, es decir, las que dan origen a las vías eferentes piramidales. ¿Se trata de una relación innata o

adquirida, elaborada en el transcurso de la vida individual? La segunda suposición es más verosímil. Si esta conexión se extiende y perfecciona constantemente a lo largo de la existencia, es natural suponer que los primeros tiempos de la vida individual de los animales superiores y del hombre en particular, que durante meses enteros aprende a dirigir sus movimientos, estén consagrados a formar esta relación.

La ley fisiológica general del funcionamiento de la musculatura esquelética implica el constante movimiento para apoderarse de cuanto es necesario para la conservación e integridad del organismo animal, el movimiento hacia todo lo que tiende a equilibrarle con el medio exterior, o sea, movimiento positivo, reacción positiva. Por otro lado, incluye el rechazo, la eliminación, el alejamiento de cuanto molesta o amenaza el proceso vital, de todo lo que se opone al equilibrio del organismo con su medio, es decir, movimiento negativo, reacción negativa. El estímulo condicionado es la señal, y en cierto modo el subtítulo, del estímulo incondicionado. Ello explica por qué el perro se acerca a la bombilla eléctrica, llegando incluso a lamerla cuando su encendido actúa como estímulo condicionado. Por el contrario, bajo la acción de un estímulo condicionado al ácido, el perro reproduce los mismos movimientos que cuando éste es introducido en su boca. Lo mismo sucede cuando la excitación cinestésica actúa como estímulo condicionado. De modo que el movimiento pasivo relacionado con el reflejo alimenticio produce una reacción alimenticia positiva y, en cambio, cuando está relacionado con un reflejo condicional al ácido, una reacción negativa (reflejo habitual al ácido).

Ahora vamos a revisar todos los casos en que los investigadores han utilizado la excitación cinestésica (movimiento pasivo) en el estudio de la actividad refleja condicional: 1) Cuando la flexión de la pata está en relación con el reflejo alimenticio ésta es reproducida por el animal en estado de excitación nutritiva, al igual que cualquier movimiento natural hacia el alimento, mientras que esta relación se mantenga y no haya sido abolida

por completo por una falta prolongada de cuidado o, provisionalmente, por una de las formas de inhibición. 2) En el caso de un reflejo condicional al ácido, cuando la flexión de la pata es la señal que sustituye a éste, es evidente que se entabla una lucha contra la flexión al igual que contra el ácido. La flexión debe ser eliminada del mismo modo que el ácido es escupido. Pero la supresión de la flexión produce una extensión, y éste es un fenómeno fácil de observar. Se sabe que cuando la flexión va asociada, por cualquier razón, al dolor, el animal conserva su pata en extensión. 3) Cuando la flexión se aplica como inhibidor condicionado, es decir, cuando un movimiento pasivo se une al estímulo alimenticio sin ir acompañado de la comida, este movimiento es la señal de un estado penoso del animal provocado por la inducción, sin satisfacción, de la excitación nutritiva. Lo natural es que el organismo luche contra este estado, que debe ser eliminado; esto es lo que se produce con la extensión. 4) En este último caso, cuando la flexión de la pata se une al estímulo condicionado al ácido en calidad de inhibidor condicionado, sin que se suministre ése, el movimiento pasivo equivale a la señal de la supresión de un agente nocivo, al mismo tiempo que a un medio seguro de lucha contra él; y es natural que se repita siempre que el animal se encuentre ante otros factores nocivos.

Cuanto acabamos de citar explica los hechos desde un punto de vista tan sólo fisiológico general. Resulta imposible no darse cuenta de que quedan por aclarar ciertos detalles fisiológicos: ¿sobre qué base inmediata y cómo tiene lugar la transformación de la flexión en extensión, si estos dos actos motores están interconectados fisiológicamente por una conexión fija y determinada? Otra pregunta: en el tercero y cuarto caso, ¿se trata de un proceso de inhibición observado constantemente en nuestros experimentos, siempre que la combinación de cualquier estímulo condicionado con un factor extraño es reforzada por el estímulo incondicionado correspon-

diente? Y si es así, ¿de qué modo se manifiesta esta inhibición y en qué circunstancias? Estas preguntas deben ser sometidas a un análisis experimental ulterior, ya que los datos reunidos hasta ahora son insuficientes para hallar una respuesta [3].

[3] Buena parte de estas interrogantes ha sido contestada satisfactoriamente por la fisiología contemporánea.

8. Respuesta de un fisiólogo a los psicólogos [1]

1

El artículo de Edwin R. Guthrie, «Conditioning as a Principle of Learning» [2], es de un especial interés por su tendencia, a mi parecer plenamente justificada, a considerar los fenómenos de la llamada actividad psíquica como hechos fisiológicos; es decir, a fundir, a identificar lo fisiológico con lo psicológico, los hechos objetivos con los subjetivos, lo que —estoy completamente convencido— constituye la labor más importante de la ciencia contemporánea. Trata el tema del aprendizaje en general dando las características de este proceso y analizándolo en sus líneas fundamentales. Para ello se sirve indistintamente de datos psicológicos y de datos fisiológicos, obtenidos por nosotros en los animales por el método de los reflejos condicionales. Hasta este momento el psicólogo y el fisiólogo caminaban uno al lado del otro. Pronto surge el desacuerdo profundo entre ellos. El psicólogo

[1] Artículo publicado en 1932 en *Psychological Review*, tomo 39, núm. 2.

[2] *Psychological Review*, vol. 37, núm. 5, 1930 (nota de I. P. Pávlov).

reconoce en el condicionamiento el principio de todo aprendizaje, considerando que este principio es indescomponible ulteriormente, o sea, que no necesita ser analizado en mayor profundidad. Quiere deducir todo el resto de este principio y se esfuerza por reducir a un solo y mismo proceso todas las particularidades del aprendizaje. Para ello procede al examen de un fenómeno fisiológico y le atribuye deliberadamente un significado determinado en la interpretación de los hechos relacionados con el aprendizaje, sin exigirse la confirmación efectiva de este significado. Involuntariamente casi, el fisiólogo se siente inclinado a pensar que el psicólogo —recién separado del filósofo— no ha abandonado todavía su método filosófico de deducción, su adhesión al pensamiento lógico, que no siempre confronta la correspondencia entre el pensamiento y la realidad. El fisiólogo se comporta de modo completamente opuesto. En cualquier punto de su investigación intenta analizar el fenómeno separada y concretamente y determinar en lo posible todas las condiciones de su existencia sin confiar en las deducciones o en las conjeturas. Procuraré demostrarlo respecto a algunos puntos del artículo en cuestión en que el autor establece una polémica conmigo.

El condicionamiento, la asociación por simultaneidad, el reflejo condicional, si bien son el punto de partida de nuestras investigaciones, son sometidos por nosotros a un examen ulterior. Se plantea un problema importante: ¿cuáles son las propiedades fundamentales de la masa cerebral que constituyen la base de esta actividad? El problema no está definitivamente resuelto, pero algunos datos obtenidos en los experimentos que expondremos a continuación pueden ayudarnos a aclararlo. Hemos observado en el perro que si el agente externo que queremos transformar en estímulo condicional se aplica después del comienzo del estímulo incondicional se elabora efectivamente el reflejo condicional, pero éste es débil y efímero y desaparece inevitablemente si se prosigue la experiencia en el mismo orden de sucesión (experimento muy reciente y preciso de N. V. Vinogradov). Sabemos,

desde hace mucho, que para obtener un reflejo condicional estable y duradero es imprescindible que el agente exterior preceda constantemente al estímulo incondicional. El primer procedimiento implica, pues, una doble acción: favorecer provisionalmente la formación de un reflejo condicional para inhibirlo seguidamente. Este último efecto del estímulo incondicional se manifiesta claramente en el siguiente experimento: si un estímulo condicionado bien elaborado por el método habitual empieza a ser aplicado de un modo sistemático inmediatamente después del comienzo del estímulo incondicionado (o según nuestra terminología habitual de laboratorio, «es cubierto» por el estímulo incondicionado) pierde gradualmente su acción positiva —especialmente si es débil— para acabar transformándose en un estímulo inhibidor. Es evidente que en este caso prevalece el mecanismo de la inducción negativa (en nuestra vieja terminología: mecanismo de inhibición externa); es decir, por la repetida concentración del estímulo incondicionado, la célula cortical correspondiente al estímulo condicionado entra en estado de inhibición. De este modo el estímulo condicionado se transforma en inhibidor, es decir, aplicado aisladamente provoca en su célula cortical un proceso de inhibición y no de excitación. Por consiguiente, en el proceso de elaboración de un reflejo condicional estable, el paso de la onda de excitación desde la célula cortical correspondiente hasta el centro de concentración del estímulo incondicionado, constituye la condición fundamental para que se establezca la vía de comunicación de un punto a otro y para que se forme de modo más o menos permanente una conexión entre los dos núcleos nerviosos.

Pasemos a otras particularidades de la actividad condicionada, en las que Guthrie propone una interpretación uniforme de los fenómenos más diversos en lugar de nuestro análisis variado y preciso. Según nuestra experiencia, un efecto condicionado retardado se debe a una especial inhibición de las fases precoces del estímulo condicionado, fases que no preceden con demasiada pron-

titud la entrada en acción del estímulo incondicionado. Por una razón que desconozco, el autor afirma que nosotros explicamos este hecho por un «misterioso estado de latencia» del sistema nervioso y da su propia interpretación de los hechos. Por ejemplo, admite que cuando suena el timbre (estímulo condicionado) el animal responde con una reacción auditiva, con un acto motor complejo, y que los impulsos centrípetos de este acto son los verdaderos agentes del efecto condicionado (en nuestro caso el reflejo condicional alimenticio provoca la salivación).

Opina que «cuando las glándulas salivares empiezan a segregar, las excitaciones concomitantes no son producidas por el timbre, sino por la respuesta motriz a éste. La respuesta directa al timbre cesa probablemente al cabo de una fracción de segundo». Y más adelante añade: «la aparente separación en el tiempo entre el estímulo condicional y la respuesta que suscita es quizá completamente una ilusión». Llega incluso a afirmar que: en mi explicación del retardo, procuro olvidar la existencia de los ya citados influjos centrípetos procedentes del aparato motor. En la página 312 de mis *Lecciones sobre el trabajo de los hemisferios cerebrales* (2.ª edición) puede verse que no sólo tengo bien presentes los impulsos centrípetos que provienen de la musculatura esquelética, sino que considero más que verosímil su existencia en todos los tejidos, sin hablar de los demás órganos [3]. Según mi parecer, el organismo entero, con todos sus componentes, puede dar noticia de sí mismo (puede señalarse) a los hemisferios cerebrales. No se trata, pues, de una omisión

[3] Del mismo modo que existen aparatos (analizadores) que analizan los acontecimientos del medio externo (analizadores externos), existen otros que analizan lo que sucede en el medio interno, en el propio cuerpo (analizadores internos). Si bien Pávlov señaló la existencia de estos últimos, el estudio detenido de los mismos ha sido llevado a cabo por Bykov y su escuela. El consecuente desarrollo de la teoría de los analizadores internos y del trastorno que su difusión implica en el mantenimiento de la actividad de los órganos y sistemas ha conducido a la patología córtico-visceral.

por nuestra parte. Lo que sucede es que no vemos ninguna razón para interpretar los fenómenos como el autor americano.

Para Guthrie, el estimulante real del efecto condicional no reside en el instrumento (en este caso el timbre), sino en los impulsos centrípetos que resultan del acto de la audición. Entonces podemos preguntarnos por qué razón no se manifiesta este efecto inmediatamente, es decir, por qué se atrasa (caso del reflejo retardado) y por qué este retraso es equivalente al intervalo entre el inicio de la excitación y el inicio del reflejo condicional. Cuando el intervalo entre la aplicación del estímulo y el inicio de la excitación condicional es breve —por ejemplo, de algunos segundos— el efecto producido aparece mucho más rápidamente (a los dos o tres segundos), tanto si es como si no es provocado por los impulsos centrípetos resultantes del acto motor. ¿Qué explicación puede darnos el autor acerca de la duración del retardo? ¿Por qué cuando entre el estímulo incondicionado y el condicionado media un intervalo de varios minutos los mismos estímulos admitidos por el autor (impulsos centrípetos producidos por el movimiento) no actúan hasta pasados unos minutos?

De hecho, no existe ninguna razón efectiva para admitir la acción constante de estos estímulos. La audición atenta, lo mismo que cualquier reflejo de orientación o —como yo los llamo— de investigación, suscitado por cualquier variación en el medio ambiente del animal, no suele existir más que durante el primer corto periodo en que se repiten las nuevas excitaciones. Cuando se ha elaborado el reflejo condicional con un intervalo más o menos breve entre los estímulos condicionado e incondicionado, la audición es sustituida rápidamente por una reacción motriz especial apropiada al estímulo incondicionado. A partir de entonces sólo podemos comprobar la existencia del efecto motor condicionado, sin ninguna huella de la reacción de orientación. Desde este momento el estímulo condicionado sustituye por completo al incondicionado, del que es un verdadero sucedáneo. En el

caso de un reflejo alimenticio condicionado, el animal es capaz de lamer la bombilla que luce, de intentar «comer» el sonido, de lamerse el hocico, de imprimir a sus mandíbulas un movimiento de masticación, es decir, de actuar como si en realidad se tratase de un alimento cualquiera. Lo mismo sucede con un reflejo retardado que se haya elaborado. El animal permanece tranquilo e indiferente durante el primer periodo de acción del estímulo condicionado; a menudo, a partir del comienzo de esta excitación, entra en un estado de somnolencia e incluso de sueño profundo (relajación muscular y ronquidos), estado que es sustituido a veces bruscamente por la reacción condicional motriz correspondiente, muy clara, cuando empieza la segunda parte de la estimulación condicional (inmediatamente antes de aplicar el estímulo incondicionado). En los dos casos descritos, tan sólo cuando el animal se halla en un estado de somnolencia general durante todo el experimento se produce de nuevo la reacción de orientación, por un breve instante, en el momento en que el estímulo empieza a ejercer su acción.

En fin, el retardo en cuestión es, de hecho, el resultado no de una «latencia misteriosa», sino de la intervención especial de una inhibición específica bien conocida y que es objeto de investigación en todas sus manifestaciones. El significado de este hecho está bien claro. Aunque el estímulo condicionado, cuya acción se prolonga cierto tiempo, permanece idéntico a sí mismo, actúa de un modo distinto en cada periodo de su duración respecto al sistema nervioso central y más especialmente —preciso es aceptarlo— respecto a los hemisferios cerebrales. Este fenómeno se manifiesta de modo muy particular en las excitaciones olfativas que percibimos netamente desde el principio y que van debilitándose progresivamente, aunque objetivamente sean invariables. Es posible que el estado de la célula cortical excitada sufra cambios graduales bajo la influencia del estímulo exterior y que en el reflejo retardado el papel de estímulo-señal condicionado sea asumido tan sólo por el estado de la célula que precede a la aplicación del reflejo incondicional. Lo mismo

sucede en la elaboración de estímulos condicionados diversos, positivos o negativos (e incluso relacionados con distintos estímulos incondicionados), a partir de diferentes intensidades de un solo y mismo estímulo exterior. El hecho del retardo es un caso interesante de adaptación especial para impedir que el reflejo condicional aparezca demasiado precozmente y que se gaste inútilmente energía nerviosa. Los hechos confirman que esta interpretación corresponde a la realidad, lo que se demuestra claramente por el mismo procedimiento de elaboración del reflejo retardado. Si el reflejo condicional había sido elaborado previamente con un corto intervalo de algunos segundos entre los estímulos condicionados e incondicionados y aumentamos bruscamente este intervalo (por ejemplo, algunos minutos), el efecto condicional que se manifestaba rápidamente hasta este momento se debilita poco a poco para acabar por desaparecer. Si prolongamos por más tiempo el experimento, sigue un periodo de ausencia de todo efecto condicional, después del cual reaparece, primero en el instante más próximo a la acción del estímulo incondicionado, y luego va haciéndose cada vez más intenso, manifestándose con mayor precocidad.

Una serie de hechos prueba que el primer periodo del reflejo retardado es en realidad una fase de inhibición. Ante todo, porque la inhibición del reflejo retardado puede ser fácilmente objeto de sumación. Seguidamente, porque se puede observar una inhibición consecutiva a este reflejo. En fin, el estado de somnolencia o de sueño, comprobado en ciertos animales durante la primera parte del reflejo retardado, es una manifestación evidente del estado de inhibición.

Sin conceder la menor atención a los detalles concretos de nuestras investigaciones, Guthrie analiza la extinción del reflejo condicional recurriendo al factor supuesto por él, pero sin definirlo con mayor precisión, atribuyéndome esta vez, además de mi «deseo de olvido», del cual ya hemos hablado, una tendencia a «ocultarme algo a mí mismo».

Contra lo que nosotros afirmamos, Guthrie admite ante todo que no es la corta duración del intervalo entre las repeticiones de estímulos condicionales no sostenidos lo que contribuye a su extinción, sino el número de repeticiones. Lo que es completamente falso. El estímulo condicionado no reforzado sin ninguna repetición y prolongado durante tres o seis minutos, acaba por extinguirse infaliblemente. Es lo que llamamos extinción total del reflejo, por oposición a la extinción intermitente. Siguiendo con su criterio arbitrario, el autor admite que la extinción del reflejo no es un hecho constante, sino una excepción a la regla. Lo que constituye una falsedad más ya que la extinción de los reflejos es uno de los hechos más constantes en fisiología. Después de formular estas dos conclusiones contrarias a la realidad, Guthrie, por decirlo así, pasa la escoba por su campo de acción y admite la existencia de agentes, a los que tampoco define con precisión, y que, según él, toman parte en la formación del efecto condicional, ajenos al estímulo incondicionado. Es posible que se refiera todavía a los movimientos del animal, ya que alude a ellos calificándolos de incesantes y diversos en el transcurso del experimento. De modo que, según este autor, la suma de los factores que determinan el reflejo condicional oscila continuamente tanto en más como en menos. Cuando el número de estos factores disminuye y falla el reflejo condicional o baja de intensidad, los otros agentes, igualmente desconocidos, se transforman en inhibidores o —lo que es lo mismo— estimulan otras respuestas.

El hecho de que la extinción pueda ser anulada por estímulos extraños se explica (así opina Guthrie), suponiendo que estos estímulos «desorganizan la postura del animal y del medio ambiente», que eran los inhibidores del reflejo condicionado en la fase de extinción, y de este modo hacen reaparecer temporalmente el reflejo que se está anulando.

El autor no considera necesario indicar, aunque sea hipotéticamente, qué estímulos mantienen al reflejo condicional al mismo tiempo que al estímulo incondicionado,

y qué otros factores igualmente presentes inhiben este efecto. Cuando explica, a su manera, de qué modo los estímulos extraños entorpecen la extinción del reflejo condicional, ¿por qué no nos explica la razón de que estos estímulos extraños (que se oponen a la acción inhibidora de ciertos agentes sobre el reflejo condicional) no suprimen también la acción de los agentes que mantienen la reacción refleja condicional? Son, sin embargo, estímulos completamente distintos.

Con todo esto, el autor introduce, sin información concreta acerca de su valor real, una infinidad de agentes de estimulación que no determina.

Ello nos induce a pensar que Guthrie recurre una vez más a los mismos estímulos cinestésicos [4], que esta vez parten de otros músculos. Ciertamente, los músculos esqueléticos son muy abundantes y sus movimientos forman casi innumerables combinaciones que emiten sin cesar sus impulsos centrípetos al sistema nervioso central. Pero, en primer lugar, la mayor parte de estos impulsos van a las regiones inferiores del cerebro; en segundo lugar, en condiciones normales no alcanzan a los hemisferios cerebrales, limitándose a la regulación automática y a la precisión de movimientos (como, por ejemplo, los cardiacos y respiratorios, continuamente repetidos). En nuestros experimentos tan sólo tomamos en consideración aquellos movimientos que forman parte de reflejos motores especiales. El más importante es el reflejo de orientación, que se da como respuesta a las variaciones del medio, y a veces el reflejo que responde a cualquier acción destructiva producida accidentalmente en el curso del experimento sobre el perro (tropiezo con algún objeto, pellizcos, etc.).

Si los impulsos centrípetos de los movimientos que efectuamos llegasen en cantidad considerable a los hemisferios cerebrales constituirían una gran molestia en nuestras relaciones con el mundo exterior, que son posibles

[4] Kinesis — movimiento. Llámanse así los estímulos, señales, que, procedentes de los músculos, informan al sistema nervioso central del grado de contracción de aquellos y, en consecuencia, del movimiento.

gracias a la corteza, y acabarían por anular esta función de tan alta importancia. Cuando leemos, escribimos, pensamos, ¿nos estorban los movimientos que necesariamente efectuamos? ¿No son posibles estas acciones sin cumplir la condición de inmovilidad absoluta?

El hecho constante de la extinción de los reflejos no es el resultado fortuito de los movimientos accidentales del animal que se reflejan en el trabajo de los grandes hemisferios, sino una manifestación regular de la propiedad fundamental de las células corticales (las más reactivas del organismo) cuando pasan un periodo más o menos largo, sin que su actividad vaya acompañada de los reflejos innatos fundamentales. La principal función fisiológica de la excitación de las células corticales es la de servir de señales, sustituyendo los estímulos especiales de los reflejos innatos. Debido a su alta reactividad, las células corticales, rápidamente agotadas por el trabajo, entran en un estado de inhibición que les permite no sólo descansar, sino también acelerar su restablecimiento funcional. Cuando la actividad de estas células se acompaña de estímulos incondicionados, éstos —como hemos visto al principio de este artículo— inhiben inmediatamente y, por decirlo así, preventivamente dicha actividad, favoreciendo su restauración.

La extinción es realmente una inhibición. Ello queda demostrado por la acción inhibidora ulterior ejercida sobre los otros reflejos condicionales positivos, lo mismo que por el paso a un estado de somnolencia o sueño (estado que es por sí mismo, sin duda alguna, una inhibición).

Acerca de los otros dos puntos, para los cuales el autor propone, en lugar de nuestras explicaciones, su propia interpretación, puedo ser más breve. En lo que concierne al aumento progresivo del efecto condicionado en el curso de su elaboración, es preciso admitir que se trata en este caso de la eliminación gradual de estímulos accidentales que obstaculizan la formación del reflejo y no de lo contrario: de su participación cada vez mayor en el condicionamiento del efecto, como piensa Guthrie. En nuestros

primeros trabajos teníamos que reiniciar 50 ó 100 veces la misma experiencia para obtener un reflejo condicional completo. Ahora bastan 10 ó 20 repeticiones, y a veces incluso menos. En el desenvolvimiento actual de nuestro experimento, con la primera aplicación de un nuevo agente indiferente destinado a ser utilizado como estímulo condicionado, aparece sólo el reflejo de orientación, cuya expresión motora, en la mayoría de los casos, disminuye progresivamente hasta la total desaparición. De este modo nada queda con qué formar el número, siempre creciente, de los factores que determinan las relaciones condicionales de que nos habla el autor. Está claro que se trata de una concentración creciente de la excitación, seguida —quizá— de la formación gradual de una vía que une entre sí los puntos del sistema nervioso central.

En fin, en lo concerniente a la adquisición de un efecto condicional por los estímulos vecinos (es decir, de aquellos que se aproximan al que ha sido especialmente utilizado para la elaboración del reflejo condicional) el autor sostiene nuevamente una opinión distinta a la nuestra. Para nosotros no es más que la irradiación de la excitación en una región determinada de la corteza. Por el contrario, Guthrie afirma que actúa como estímulo condicionado no el estímulo específico, sino el reflejo de orientación que le acompaña, interpretando nuevamente el hecho como si los estímulos próximos ejerciesen su acción gracias al mismo reflejo de orientación. Los hechos están en completo desacuerdo con esta explicación. Los agentes próximos producen directamente su efecto condicional sin huella de reflejo investigador. Por el contrario, cuando el reflejo de orientación está presente, falta por completo el efecto condicional o está sensiblemente disminuido. Reaparece y empieza a crecer a medida que desaparece el reflejo de orientación.

Guthrie, a lo largo de su artículo, permanece fiel a su hábito de deducción. Hace un uso erróneo de un hecho fisiológico único y deduce constante y directamente del principio del condicionamiento todas las particularidades de la actividad nerviosa condicional, utilizadas por él

para el estudio del proceso del aprendizaje, dejando completamente de lado la vertiente concreta de estas particularidades.

2

Me parece que el segundo artículo, «Basic neural mechanisms in behaviour», al que voy a referirme, trata el tema de la misma manera que el anterior. Su autor es K. S. Lashley [5] y su contenido el del discurso pronunciado por él mismo en el Congreso Internacional de Psicología en América (1929). Poco importa que los datos sean casi exclusivamente fisiológicos: han sido tratados como en el artículo precedente, sacrificados por una tendencia fundamental, preconcebida, que se propone demostrar que «la teoría de los reflejos es hoy más bien un obstáculo que una ayuda al progreso». Para este autor, afirmaciones como, por ejemplo, la de Spearman [6], «la inteligencia está en función de una energía nerviosa no diferenciada», tienen más fuerza e importancia para el progreso que la teoría de los reflejos. Del mismo modo, para apoyar la inespecificidad de la estructura, establece una falsa analogía con el tejido de las hidras y las esponjas que, fragmentado al infinito y hecho pasar a través de un tamiz y después centrifugado, conserva la facultad de reconstruirse como ejemplar adulto de estructura característica.

[5] K. S. Lashley (1890-1958), discípulo de Watson, llevó a sus últimos extremos la idea de la equipotencialidad de la corteza cerebral. Las distintas funciones no se hallarían ligadas a unas determinadas estructuras. La alteración de una función no es consecuencia del área destruida sino de la cantidad absoluta de tejido cerebral dañado.

[6] Charles Spearman (1863-1945), psicólogo inglés, profesor de filosofía y psicología de la Universidad de Londres y autor de la celebrada teoría bifactorial de la inteligencia (factor G, común para todas las funciones intelectuales; factor E, específico para una habilidad dada; además existirían factores de grupo: «overlapping factors»).

Sin que por el momento entre en detalles, debo aclarar que pronunciar un veredicto implacable contra la teoría de los reflejos es alejarse deliberadamente de la realidad y rechazar de forma extraña la cuestión y la posibilidad de tenerla en consideración. ¿Se atreve el autor a afirmar que la obra que llevo a cabo desde hace treinta años con numerosos colaboradores y que se inspira en la idea del reflejo no ha sido más que un freno para el estudio de las funciones cerebrales? No. Nadie tiene derecho a decirlo. Hemos establecido una serie de importantes reglas de la actividad normal del segmento superior del cerebro; hemos determinado un cierto número de condiciones del estado de vigilia y sueño; hemos elucidado el mecanismo del sueño normal y de la hipnosis; hemos reproducido experimentalmente los estados patológicos de esta parte del cerebro y elaborado los medios para restablecer su estado normal. La actividad de este segmento, tal como acabamos de describirla, halla un gran número de analogías con las manifestaciones de nuestro estado subjetivo, lo que se ven obligados a reconocer frecuentemente los neurólogos, los pedagogos y los psicólogos, tanto empíricos como académicos.

En la actualidad la fisiología del cerebro superior se plantea una serie de problemas bien determinados que han de ser resueltos en experimentos ulteriores, en lugar de quedarse en el callejón sin salida en que estaban metidos en los últimos decenios. Ello ha sido posible gracias a la aplicación del concepto de reflejo en la exploración de este segmento cerebral.

¿Qué encierra en sí la noción de reflejo?

La teoría de la actividad refleja descansa sobre tres principios fundamentales de investigación científica precisa: el del determinismo (en el origen de cualquier acción y de todo efecto existe un choque, un impulso, una causa); el del análisis y síntesis (descomposición inicial de un todo en sus partes constituyentes, en unidades, con ulterior reconstrucción del todo a partir de los elementos); y el de estructuralidad (una fuerza despliega su acción en el espacio, lo que equivale a decir que existe una

adaptación del movimiento y de la estructura). Por todo ello creemos que la pena de muerte que pesa sobre la teoría refleja no puede ser considerada más que como un absurdo, como un antojo pasajero.

Estáis en presencia de un organismo viviente (incluido el hombre) que cumple una serie de funciones que a su vez son manifestaciones de ciertas fuerzas. Impresión directa y difícil de superar de libre arbitrio, de fuerza espontánea. Por lo que respecta al hombre, esta impresión adquiere casi para todo el mundo el carácter de evidencia; y afirmar lo contrario parece una paradoja absurda. Aunque Leucipo de Mileto sostuvo que no hay efecto sin causa y que todo se debe a la necesidad, ¿no viene hablándose continuamente (incluso descartando al hombre) de fuerzas que actúan espontáneamente en el organismo animal? Y en lo que al hombre se refiere, ¿no se oye todavía hablar de libre arbitrio? ¿No se ha enraizado la idea de que existe en nosotros algo que escapa al determinismo? He encontrado y encuentro todavía personas inteligentes e instruidas que no quieren admitir que en el futuro pueda estudiarse a fondo el comportamiento del perro de una manera completamente objetiva, es decir, por la simple confrontación de los estímulos con las respuestas que provocan, omitiendo el mundo subjetivo imaginario del animal por analogía con el nuestro. Evidentemente, en este caso se trata no de una dificultad temporal, aunque grandiosa, sino de una creencia de principio en la imposibilidad del determinismo integral. Bien entendido, lo mismo se admite, y aún con mayor convicción, en lo que atañe al hombre. No cometeré un gran pecado si afirmo que esta convicción está compartida por numerosos psicólogos que, bajo la máscara del reconocimiento de *la singularidad de las manifestaciones psíquicas,* dejan filtrar —a pesar de un lenguaje más o menos científico— el mismo dualismo y el mismo animismo que profesan gran número de hombres pensantes, sin hablar de los creyentes...

La teoría del reflejo, tanto hoy como en el momento de su aparición, acrecienta continuamente el número de fe-

nómenos orgánicos ligados a las condiciones que los han producido; es decir, tiende cada vez más a determinar la actividad compleja del organismo. Siendo así, ¿cómo podría ser un obstáculo para el progreso de los estudios sobre el organismo en general y las funciones cerebrales en especial?

El organismo está compuesto por un gran número de partes y millones de elementos celulares que producen un número igualmente enorme de fenómenos distintos, pero estrechamente relacionados entre sí y que aseguran la solidaridad del funcionamiento del organismo como un todo. La teoría refleja divide el complejo de esta actividad orgánica en funciones separadas, las relaciona tanto con las influencias externas como con las internas, y luego las reúne de nuevo. Este procedimiento hace más comprensible la actividad del organismo en su conjunto y sus correlaciones con el mundo exterior. ¿Cómo podría ser, pues, superflua la teoría de los reflejos cuando nuestros conocimientos de las conexiones entre las distintas partes del organismo son totalmente insuficientes, sin hablar de nuestra ignorancia acerca de las correlaciones del organismo con su medio ambiente? Como todo el mundo sabe, en los organismos superiores las relaciones internas, así como las externas, se realizan primordialmente por medio del sistema nervioso.

Si el químico, que analiza y sintetiza para explicarse definitivamente el trabajo de la molécula, debe imaginarse la estructura de la misma, ya que es invisible; si el físico, que también analiza y sintetiza, debe hacerse un esquema mental de la estructura del átomo para poder representarse más claramente su mecanismo, ¿cómo se podría renunciar al principio estructural en los objetos visibles y admitir una contradicción entre la estructura y el movimiento?

Las correlaciones internas y externas del organismo se realizan por medio de un aparato visible: el sistema nervioso. Es evidente que los fenómenos dinámicos que se desarrollan en este aparato están íntimamente relacionados con los más finos detalles de su estructura.

La teoría de los reflejos ha empezado su estudio de la actividad del aparato nervioso por la definición de funciones especiales pertenecientes, naturalmente, a las partes más simples y groseras, y ha indicado la dirección general de los fenómenos dinámicos que allí se producen. He aquí un esquema general y fundamental del reflejo: el aparato receptor [7], el nervio aferente, la estación central (o centros), el nervio eferente [8]. Estas partes fueron sometidas a una exploración en todos sus detalles. Resulta evidente que el trabajo más considerable y complicado nos esperaba —y nos espera— al llegar al estudio de la estación central: la sustancia gris y notablemente la corteza de los hemisferios cerebrales.

Este trabajo concierne tanto a la estructura visible como a los fenómenos dinámicos que en ella se desarrollan, sin que en ningún momento pueda perderse de vista la unidad indisoluble de la estructura y la función. Dada la diferencia existente entre el método de exploración de la estructura y el de la función, su investigación debe ser compartida por el histólogo y el fisiólogo. Ningún histoneurólogo puede afirmar que el estudio de la estructura nerviosa, y muy en particular el del córtex, haya llegado a su fin. Por el contrario, la estructura de esta parte continúa siendo en conjunto muy oscura y confusa. Esta complejidad nos ha sido recientemente revelada por la citoarquitectura [9] del córtex. ¿Pueden carecer de impor-

[7] Los aparatos receptores son estructuras especializadas de complejidad muy varia. Transforman los estímulos que inciden sobre el organismo en impulsos nerviosos.

[8] Nervios aferentes y eferentes. Véase nota 10 del trabajo «Discurso pronunciado en la recepción del Premio Nobel».

[9] Citoarquitectonía: capítulo de la anatomía que estudia la organización celular del sistema nervioso. La complejidad de la corteza cerebral, a que aquí alude Pávlov, fue objeto de numerosos trabajos. A los españoles cabe la honra de que haya sido Santiago Ramón y Cajal quien, al descubrir la textura del sistema nervioso, hizo posible un salto grandioso en el conocimiento. A sus descubrimientos se refiere Pávlov. Cajal recibió el Premio Nobel en 1906; Pávlov en 1904. Si uno investigó la estructura, el otro investigó la función; entre ambos deshicieron el enigma de

tancia funcional estas numerosas variaciones estructurales en la organización de las diversas regiones corticales? Si bien es verdad que el histólogo puede —aunque sea de forma grosera— orientarse, ¿cómo será posible al fisiólogo seguir en todas sus fases el movimiento de las variaciones funcionales en esta red de una complejidad todavía inextricable? Apoyándose en una esquematización del reflejo, el fisiólogo jamás ha pensado que se había completado en todos sus detalles la exploración de los centros nerviosos, incluso en lo relativo a las partes más simples de estos centros. En sus investigaciones ha sido constantemente dirigido por el concepto fundamental del paso, de la transmisión del proceso dinámico de la vía aferente a la eferente. Por el momento, el estudio de los centros superiores —además de intentar establecer las relaciones entre las funciones y las estructuras— concentra sus investigaciones y su atención en el estudio del dinamismo y de las propiedades funcionales generales de la masa cerebral. En lo que respecta a los segmentos inferiores del sistema nervioso, se ocupan de esta labor las escuelas de Sherrington, Verworn, Magnus y otros. En lo que concierne al segmento superior del cerebro, me estoy ocupando yo, ayudado por mis colaboradores, de un modo sistemático, aplicando una variante de la teoría general de los reflejos: el reflejo condicional.

A partir de la gloriosa época de los años 70 se obtuvieron los primeros datos indudables acerca de la conexión existente entre la estructura de la corteza cerebral y su actividad. Si bien la existencia de una zona cortical motriz era confirmada continuamente por los trabajos de nuevos investigadores, la localización precisa de los órganos de los sentidos en el córtex, preconizada desde el principio, tropezó muy pronto con las objeciones de fisiólogos y neurólogos. La teoría de las localizaciones corticales se resintió de ello. La situación estuvo incierta durante mucho tiempo, ya que el fisiólogo todavía no

«el sublime espejo cerebral donde aquella (la naturaleza) adquiere conciencia de sí misma» (Cajal).

había elaborado una característica fisiológica propia de la actividad cortical normal. Se servía de conceptos psicológicos cuando la misma psicología no había sido capaz de clasificar sus fenómenos según un sistema natural y universal, y por consiguiente no podía facilitar el estudio ulterior del problema de las localizaciones. Gracias a la teoría de los reflejos, el fisiólogo adquiría la posibilidad de seguir la actividad especial, puramente fisiológica, de los hemisferios cerebrales y diferenciarla claramente de la actividad de la región subcortical subyacente, y en general de las regiones cerebrales inferiores, actividades que se manifiestan respectivamente por medio de reflejos condicionales e incondicionales. Se hizo posible aclarar y ordenar los datos dispersos que se habían obtenido desde hacía mucho tiempo. El principio fundamental de la estructura de los hemisferios cerebrales se manifestó con toda claridad. A partir de 1870 las regiones corticales específicas correspondientes a los principales receptores exteriores vienen siendo consideradas como la sede del análisis y la síntesis superiores de las excitaciones correspondientes. Al mismo tiempo tenía que reconocerse la existencia de representantes corticales de estos mismos receptores, quizá diseminados en toda la corteza, capaces tan sólo de un análisis y síntesis más simples y muy elementales. Un perro privado de sus lóbulos occipitales es incapaz de distinguir un objeto de otro, pero puede distinguir entre distintos grados de iluminación y reconocer formas muy simplificadas. Después de la extirpación de sus lóbulos temporales ya no percibe los sonidos compuestos (por ejemplo, su mismo nombre), pero es capaz de diferenciar sonidos distintos o diferentes tonos. ¡Qué abrumadora prueba de la importancia capital de la especificidad estructural!

La experiencia del doctor Elliason, citada en mis *Lecciones sobre el trabajo de los hemisferios cerebrales,* tiene un gran interés y da indicaciones más detalladas de la importancia funcional de las particularidades estructurales en las regiones especiales del córtex. Un complejo acústico (acorde) formado por tres tonos de armonio, dos ex-

tremos y uno medio, en una extensión de más de tres octavas y media, sirvió como estímulo alimenticio condicionado y provocó la secreción de una cierta cantidad de saliva (indicadora de la intensidad del reflejo). Utilizados aisladamente, los tonos de este acorde provocaban la salivación, pero en menor cantidad. Los tonos intermedios suscitaban una secreción todavía menor. Se procedió a la extirpación bilateral de las circunvoluciones temporales anteriores (gg. sylviaticus y ectosylvius, y la parte anterior del g. compositus posterior). Pudo observarse lo siguiente: Cuando todos los reflejos condicionales elaborados a partir de estímulos pertenecientes a otros analizadores fueron restablecidos después de la intervención, al igual que el reflejo condicional al acorde (éste llegó a restablecerse, incluso antes que los demás), se pusieron a prueba los reflejos a los tonos aislados. El tono elevado y los intermedios próximos habían perdido su efecto. Sin embargo, los tonos medio y bajo, con todos sus intermedios, lo habían conservado. El efecto producido por el tono bajo se había incluso intensificado, llegando a ser igual al del acorde completo. Cuando el tono elevado se acompañó separadamente varias veces de la comida, volvió a transformarse pronto (a la cuarta vez) en estímulo condicionado de gran efecto. Este experimento permite sacar algunas conclusiones muy precisas: 1) En ciertos puntos de la región cortical auditiva están representados elementos distintos del aparato acústico receptor. 2) Los estímulos complejos tienen una relación en esta región. 3) Los representantes de los elementos del aparato auditivo diseminados en la corteza no toman ninguna parte en la acción de los estímulos complejos.

El método de los reflejos condicionales me ha permitido comprobar que el perro, después de la ablación de la vasta parte posterior de los hemisferios, se orienta con perfecta precisión por medio de sus receptores olfativo y cutáneo y pierde sólo sus correlaciones acústicas y ópticas *complejas* con el mundo exterior (es decir, deja de percibir las excitaciones visuales y auditivas complejas). Por el contrario, el perro, privado de las mitades superiores de

los dos hemisferios, conserva completamente sus correlaciones acústicas complejas con el mundo exterior y pierde tan sólo, de una manera estrictamente aislada, la facultad de orientarse entre los cuerpos sólidos de su alrededor. En fin, el perro privado de las mitades anteriores de sus dos hemisferios (las menores) se transforma en un inválido completo, pierde el uso de la locomoción y de su musculatura esquelética, conservando, sin embargo, una parte de su actividad nerviosa compleja, como lo indica la glándula salivar. Al contemplar tales hechos, ¿cómo puede dejar de apreciarse profundamente la importancia de la estructura cortical para el trabajo primordial del organismo, que consiste en orientarse convenientemente en medio de su mundo circundante y en permanecer en equilibrio con éste? Después de esto, ¿cómo dudar de lo importante que es el conocimiento de nuevos detalles de esta estructura?

Si tuviéramos que atenernos al punto de vista de nuestro polemizante (que expondremos más adelante), nos veríamos obligados a proponer a los histólogos que abandonasen su obra por vana e inútil. ¿Quién se arriesgaría a una conclusión de este tipo? Todas las propiedades estructurales descubiertas deben, más tarde o más temprano, encontrar su significado funcional. Por ello debemos proseguir nuestro estudio, pura y estrictamente fisiológico, de la actividad de los hemisferios cerebrales y de la región subcortical subyacente paralelamente con la exploración histológica, cada vez más profunda, de la masa cortical, con el fin de relacionar poco a poco los dos elementos: función y estructura.

Es lo que ha realizado la teoría de los reflejos condicionales. La fisiología había establecido, desde hacía tiempo, la presencia de una conexión constante, expresada por reflejos, entre excitaciones externas e internas y determinadas funciones del organismo. La teoría de los reflejos condicionales ha confirmado en la fisiología la existencia de una relación temporal no sólo de las excitaciones externas e internas, sino de cualquier clase de excitación, con determinadas funciones del organismo. Es

decir, además de la conducción de los procesos nerviosos, ha comprobado exactamente la formación o la interrupción de contactos en la estación central superior. Este suplemento aportado por la fisiología a la teoría de los reflejos no ha cambiado nada de lo esencial en su noción. La relación entre una excitación determinada y su correspondiente función persiste, pero sólo se manifiesta bajo una condición determinada. Por ello llamamos condicionales a estos reflejos, mientras que aquellos que están presentes en el organismo desde su nacimiento se llaman innatos o incondicionales. El estudio de los reflejos condicionales se basa, pues, en los tres mismos principios de la teoría de los reflejos: el del determinismo, el del análisis y síntesis graduales y progresivos y el de la estructura. Para nosotros, el efecto va indefectiblemente unido a una causa cualquiera; el todo se fragmenta progresivamente en partes constituyentes cada vez más elementales y se sintetiza de nuevo; la función va ligada a la estructura. Así, pues, se abre ante nosotros una perspectiva ilimitada para el estudio dinámico del segmento superior del cerebro, es decir, para el estudio funcional de los hemisferios cerebrales y de la región subcortical subyacente con sus reflejos incondicionales fundamentales tan complejos.

Estudiamos sucesivamente las propiedades fundamentales de masa cortical, determinamos la actividad esencial de los hemisferios cerebrales, elucidamos las conexiones e interdependencias que existen entre estos hemisferios y la correspondiente región subcortical. Los principales procesos corticales son la excitación y la inhibición, sus movimientos en forma de irradiación y concentración y su inducción recíproca. La actividad específica de los hemisferios cerebrales va referida al análisis y a la síntesis incesantes de las excitaciones incidentes llegadas del mundo exterior (en su mayor parte) y del interior del organismo. Después estas excitaciones se encaminan hacia los centros inferiores de la región subcortical subyacente para terminar en las células de las astas anteriores de la médula.

Así, bajo la influencia de la corteza, la actividad total del organismo se pone en correspondencia y equilibrio, cada vez con mayor precisión, con el mundo circundante. Por otra parte, de los centros de la región subcortical subyacente emanan un gran número de impulsos que se dirigen hacia la corteza, manteniendo el tono de la misma. El centro de gravedad de las investigaciones del segmento cerebral superior se desplaza, en consecuencia, hacia el estudio del dinamismo de los hemisferios cerebrales y de la región subcortical correspondiente.

Como ya hemos dicho, lo esencial en el funcionamiento de la corteza consiste en el análisis y la síntesis de las excitaciones recibidas. La diversidad y cantidad de estas excitaciones son verdaderamente innumerables aun en el caso de un animal como el perro. Tendremos una idea fiel de esa cantidad y diversidad al darnos cuenta de que todos los estados intermediarios (tanto de las células corticales como de todas sus combinaciones) representan asimismo excitaciones distintas. Por medio de la corteza pueden transformarse en estímulos especiales todas las variaciones y graduaciones de los procesos de excitación y de inhibición de células distintas o de agrupaciones celulares. Los estímulos formados a partir de intensidades diversas de una misma excitación, a partir de relaciones entre dos estímulos dados, son un ejemplo del primer caso visto anteriormente; los estímulos hipnógenos condicionales son un ejemplo del segundo.

Estos innumerables estados de la célula se forman no sólo bajo la influencia de impulsos presentes y durante la acción de estimulaciones externas, sino que, en su ausencia, permanecen bajo el aspecto de un sistema de grados diversos, más o menos estables, de los procesos de excitación y de inhibición. He aquí un ejemplo ilustrativo de este fenómeno. Si aplicamos durante cierto tiempo, cada día, una serie de estímulos condicionados positivos y negativos de variada intensidad, en el mismo orden de sucesión y con los mismos intervalos, obtendremos un sistema de efectos correspondientes. Si seguidamente, respetando los mismos intervalos, empleamos uno solo de

los estímulos positivos, éste reproduce las mismas variaciones de efecto que los estímulos sucesivos conjuntamente. Es decir, que se repite el mismo sistema de estados consecutivos de excitación e inhibición corticales.

Es evidente que en la actualidad no podemos pretender establecer una correspondencia exacta entre la manifestación dinámica y los detalles estructurales. Sin embargo, debemos aceptar, aunque sea hipotéticamente, dicha correspondencia, ya que la diversidad de la estructura cortical en toda su extensión nos obliga a ello, al igual que el hecho —hoy firmemente establecido— de que ciertos grados de síntesis y de análisis son accesibles a ciertas regiones de la corteza e inaccesibles a otras. Tenemos de ello una prueba irrefutable: si utilizamos una serie de estímulos condicionados sonoros (tono, ruido, golpeteo del metrónomo, caída de una gota, etc.) o de estímulos condicionados mecánicos aplicados en distintos lugares de la piel, podemos hacer enfermar uno solo de los puntos de excitación e invalidarlo, mientras que los demás quedan normales. Este efecto se logra no por vía mecánica, sino funcional, poniendo al punto excitado en una situación difícil, sea por medio de una excitación demasiado intensa, sea por una colisión brutal en este punto entre los estados de excitación e inhibición. No podemos explicarnos esto de otro modo que admitiendo que el trabajo excesivo que imponemos a los detalles finos de esta estructura llega a provocar la destrucción de los mismos, al igual que un aparato frágil se rompe con un trato brutal. ¡Qué precisión, qué especificidad han de tener estos detalles cuando los puntos de aplicación de otros estímulos acústicos y mecánicos se conservan inalterados! Con razón puede dudarse que jamás se logre una destrucción tan selectiva por vía mecánica o química. Si a veces, después de ciertas destrucciones corticales, no observamos ningún trastorno en el comportamiento del animal, ello se debe a que todavía no hemos logrado descomponer la conducta del animal en todos sus elementos constitutivos, que deben existir en número extraordina-

riamente grande. Por esta razón la falta de alguno de ellos escapa a nuestra observación.

Si me he detenido mucho en la exposición de nuestros datos ha sido porque han de sernos útiles para la crítica de los experimentos y de las deducciones de Lashley y, al mismo tiempo, para mostrar la fecundidad de la exploración actual de los hemisferios cerebrales basada en la teoría de los reflejos y en todos sus principios.

¿Qué objeta Lashley a la teoría de los reflejos? ¿Por qué argumentos intenta invalidarla? Ante todo, es evidente que se la representa de una forma singular: tan sólo desde el punto de vista estructural, sin tener en cuenta para nada la fisiología y sin evocar sus otros principios fundamentales.

Está, hoy, admitido por todos que la idea de reflejo procede de Descartes. ¿Qué se sabía de los detalles de la estructura del sistema nervioso central, en la época de este filósofo, sin hablar de las relaciones de esta estructura con la función del sistema nervioso? Tan sólo a principios del siglo XIX se logra separar fisiológica y anatómicamente los nervios sensitivos y los motores. Es evidente que, para Descartes, en el origen de la noción de reflejo se hallaba la idea del determinismo. De aquí la concepción cartesiana de los animales-máquinas. Los fisiólogos que suceden a Descartes continúan entendiendo del mismo modo el reflejo, relacionando las funciones precisas del organismo con estímulos definidos. Poco a poco van precisando elementos de la estructura nerviosa bajo la forma de nervios aferentes y nervios eferentes, vías y regiones especiales (centros), del sistema nervioso central, y reuniendo los rasgos esenciales característicos del dinamismo de este sistema.

Los principales datos concretos en que se basa Lashley para denunciar al carácter nocivo de la teoría de los reflejos en la época actual y para preconizar una nueva representación de la actividad cerebral han sido deducidos por el mismo autor durante sus experimentos. Estos se han verificado con ratones blancos que aprenden a buscar el camino más corto hacia el alimento en

un laberinto más o menos complicado. Según datos del autor, este aprendizaje se torna tanto más difícil cuanto mayor sea la parte de los hemisferios cerebrales que ha sido previamente destruida, siendo indiferente la región que ha sufrido dicha destrucción. Es decir: el resultado depende de la cantidad de sustancia cerebral que ha quedado indemne. Después de algunos experimentos suplementarios, llega a sacar la conclusión de que «las regiones corticales especiales, así como las vías de asociación y proyección, no tienen ninguna importancia en el cumplimiento de las funciones más complejas que dependen, más bien, de la masa total de tejido normal». La conclusión es original pero no realista, ya que según ella las funciones más complejas del aparato serían llevadas a cabo sin participación de sus partes especializadas y de sus conexiones principales; en otras palabras: el aparato total funcionaría independientemente de sus partes constituyentes.

Surge de aquí la pregunta más importante: ¿Por qué la solución del test del laberinto depende sólo de la cantidad de tejido cerebral siendo indiferente respecto a la región destruida? Es una lástima que el autor no haya tenido en cuenta la teoría de los reflejos con su primer principio: el del determinismo. En este caso, la primera pregunta a formular hubiese sido: ¿de qué modo puede el ratón resolver el problema del laberinto? En efecto, este test no puede resolverse sin ningún impulso director, sin ningún índice conductor. Para ponernos en terreno contrario, sería indispensable demostrar, a pesar de lo difícil que nos resulta, que podía ser realmente ejecutado sin ayuda de ninguna excitación. Por consiguiente era precisa la destrucción previa y *simultánea de todos los receptores del ratón.* ¿Lo ha hecho alguien? ¿Cómo?

Si, como es lógico pensar, se necesitan excitaciones definidas para resolver el test, la destrucción de receptores aislados o de grupos de receptores es insuficiente. Es posible que todos los receptores, o casi todos, intervengan en la reacción, remplazándose unos por otros, aisladamente o en ciertas combinaciones. Es precisamente

el caso del ratón cuyo tipo de vida nos es bien conocido. Es fácil imaginarse que en el test del laberinto el ratón se sirve del olfato, del oído, de la vista y de las excitaciones cinestésicas y cutáneas. Como las regiones especializadas de estos receptores se encuentran en lugares diversos de los hemisferios y los representantes aislados de sus elementos están muy probablemente diseminados en toda la masa cerebral, permanece la posibilidad de resolver el trabajo, cualquiera que sea la cantidad de córtex extirpado, aunque aquél se realizará cada vez con mayor dificultad a medida que disminuya la cantidad de tejido cortical indemne. Para afirmar que en el caso citado el ratón no se sirve más que de uno solo de sus receptores, o de un pequeño número de ellos, es necesario demostrarlo previamente por experimentos apropiados e indudables. Lo que equivale a decir que hay que hacer actuar cada receptor aisladamente o en combinaciones determinadas, dejando a los demás inactivos. Que yo sepa, una experiencia de este tipo no ha sido realizada ni por el autor ni por nadie.

Parece raro que Lashley no haya tenido en cuenta ninguna de estas posibilidades y no se haya preguntado ni una sola vez por qué el ratón supera todos los obstáculos de naturaleza mecánica y qué excitaciones, qué señales, le permiten efectuar los movimientos apropiados. Se limita a experiencias de destrucción aislada de receptores o combinaciones de receptores, que no suprimen la capacidad directiva del animal. Acaba su análisis afirmando que «el acostumbramiento del animal al test consiste en la generalización del sentido de dirección, debido a las vueltas características del laberinto, y en el desenvolvimiento de una cierta organización central que mantiene el sentido de su dirección general, independientemente de cualquier variación en la posición del cuerpo y de la dirección específica de la carrera». Con lo cual estamos ante lo que bien podríamos llamar una reacción incorpórea (!).

Como experimentos suplementarios relativos a la reacción al test del laberinto, Lashley practicó varias abla-

ciones y secciones en los hemisferios cerebrales y en la médula con el objeto de excluir las vías de asociación y de proyección en los primeros y las vías conductoras en la segunda. Como todos los fisiólogos saben muy bien, estos experimentos son sólo groseramente aproximados y carecen de todo valor probatorio, sobre todo si la estructura es complicada. Esto es válido para el sistema periférico, mucho más elemental y simple. Los fisiólogos saben cuán difícil es aislar completamente un órgano de sus conexiones nerviosas de todo el organismo; a menudo, sólo obtenemos una garantía absoluta de aislamiento con la extirpación total del órgano. Son harto conocidos los cruces, los nudos, los acodamientos, etcétera, que forman las fibras nerviosas en la periferia. Citemos solamente el caso de la sensibilidad recurrente en las raíces espinales y la inervación de un mismo músculo por fibras procedentes de varias raíces. Fácilmente deduciremos hasta qué punto ésta que podríamos llamar actividad mecánica debe ser más variada y fina en el sistema nervioso central con sus innumerables conexiones. Me parece que, hasta ahora, en la fisiología del sistema nervioso central no se ha prestado suficiente atención a un importante principio que tendría que ser formulado con mayor frecuencia y mayor claridad. En efecto: el sistema del organismo se ha constituido en medio de todas las condiciones que le rodeaban, térmicas, eléctricas, bacterianas y otras, y también en medio de factores mecánicos. Tenía que establecer un equilibrio con todos, adaptarse a ellos, prevenirlos en lo posible y evitar la acción destructiva que podían ejercer. En el sistema nervioso, y muy particularmente en su sector central, que rige el organismo entero realizando su unidad, el principio de autoprotección mecánica o, dicho de otro modo, de inmunidad mecánica, tenía que alcanzar una alta perfección, lo que se comprueba realmente en muchos casos. Dado que hoy no podemos conocer completamente todas las conexiones del sistema nervioso central, todos nuestros experimentos de ablación, sección, etc., tienen, hablando con propiedad, un efecto negativo en muchos

casos; es decir, no nos permiten alcanzar nuestro objetivo —la disyunción— porque el aparato que nos ocupa es más complicado y mejor reglado por sí mismo que lo que podríamos soñar. Por ello es siempre arriesgado sacar conclusiones decisivas de gran alcance basándonos en experiencias de este tipo.

A propósito de nuestra primera cuestión voy a tratar el problema de la complejidad comparada de las costumbres, cuyo estudio ha sido emprendido por Lashley, con el objeto de dar mi opinión sobre los métodos empleados por él. El autor considera que la maniobra del laberinto es más complicada que la prueba de distribución de intensidades distintas de luz. ¿Cómo lo demuestra? De hecho se comprueba lo contrario: que la maniobra en el más complicado de los laberintos se efectúa al cabo de 19 intentos, mientras que el animal no llega a distinguir matices de luz hasta los 135 intentos. Por consiguiente, el test del laberinto es siete veces más fácil. Si la comparación se hace con el laberinto más simple, la diferencia de grados de dificultad está en la relación de 1 a 30. A pesar de esto, el autor afirma que la maniobra del laberinto es más difícil. Se apoya en distintas explicaciones; pero para ser convincente debía haber determinado exactamente el valor cuantitativo de los hechos que anticipa en su explicación, no sólo para cubrir la diferencia existente sino para cambiar radicalmente el resultado obtenido.

Ante tal situación, me resulta imposible decir lo que es simple y lo que es complicado. Examinemos la cuestión a fondo. En los movimientos del animal a través del laberinto y en la caja de iluminación variable sólo ha tenido en cuenta los desplazamientos efectuados hacia la derecha o hacia la izquierda y no el acto locomotor total. En los dos casos se necesitan señales, excitaciones específicas, para dar las vueltas. Señales que existen en ambos casos. Sin embargo, las condiciones difieren: en el laberinto hay numerosas vueltas. En la caja sólo hay una. Por tanto, el laberinto es más complicado. Existe todavía otra diferencia: en el laberinto las señales de

las vueltas difieren cualitativamente entre sí. Por ejemplo, en las vueltas el animal entra en contacto con los bordes tanto del lado derecho como del izquierdo de su cuerpo; tan pronto se contraen los músculos de la derecha como los de la izquierda. Lo mismo sucede con las señales ópticas y acústicas. En la caja, en cambio, se trata de diferencias cuantitativas. Estas distinciones deben equilibrarse de un modo u otro. Además debe tenerse en cuenta la experiencia individual de los ratones, sus conocimientos previos de uno u otro de los trabajos propuestos, tal como con justicia lo hace notar el autor. Pero no podemos pasar por alto el hecho de que en los laberintos más complicados el trabajo viene muy facilitado por un ritmo determinado: la alternancia regular de las vueltas a derecha y a izquierda. Por otra parte, en el test de iluminación el animal aprende a distinguir las intensidades luminosas bajo la influencia de dos excitaciones distintas: el hambre y el dolor (excitación destructiva), mientras que en el test del laberinto es la comida la que determina el éxito del animal. Ello complica las condiciones del aprendizaje. Permitid que formule una pregunta: ¿dos excitaciones distintas facilitan o complican la elaboración de un hábito? Hemos demostrado ya que la formación de un sistema de efectos es fácil para la actividad nerviosa y que los sistemas constituidos son persistentes. En los dos métodos —el del laberinto y el de la caja— estamos ante circunstancias distintas, lo que hace casi imposible una comparación de las dificultades presentadas por estos trabajos. Todo cuanto antecede, junto con el carácter indeterminado de las señales en el laberinto, hace que el método del autor sea problemático en alto grado.

Las dos experiencias efectuadas por el autor sobre el mismo tema nos demuestran que es más apto para teorizar que para perfeccionar los experimentos (condición indispensable en biología). En uno de estos trabajos estudia el aprendizaje visual elaborado en respuesta a una cierta intensidad de luz. Según el autor, la destrucción del tercio posterior de los hemisferios no llega ni a dis-

minuir la rapidez en la formación de un hábito visual. Si este hábito existía ya en el animal antes de la extirpación de los lóbulos temporales, la intervención acarrea siempre una abolición del aprendizaje que debe ser elaborado de nuevo. De ello saca el autor una conclusión tan atrevida como difícil de sostener: el aprendizaje no depende del lugar destruido mientras que la huella mnemónica o engrama tiene una localización precisa. Pero las cosas son mucho más simples. Los lóbulos occipitales son, como es sabido, una región visual especial a la que confluyen las excitaciones ópticas que forman entre ellas conexiones funcionales para constituir excitaciones visuales complejas y conexiones condicionales directas con las actividades diversas del organismo. Dado que las fibras ópticas no sólo confluyen en los lóbulos occipitales sino que probablemente se expanden también en toda la masa cerebral, se deduce que, fuera de su lóbulo especial, se utilizan también para la formación de conexiones temporales entre las distintas funciones del organismo y asimismo entre excitaciones visuales más o menos elementales. Si Lashley en lugar de acostumbrar al ratón a una intensidad luminosa lo hubiese acostumbrado a un objeto cualquiera, esta costumbre hubiera desaparecido después de la ablación de los lóbulos occipitales sin que hubiese podido restablecerse. No habría diferencia entre el lugar de elaboración del aprendizaje y el de las huellas mnemónicas.

En otra obra Lashley cuenta sus experimentos en la región cortical motriz del mono. Un hábito motor no desaparece después de la ablación de esta región. Conclusión: esta región nada tiene que ver con el aprendizaje adquirido. Pero, ante todo, en los tres experimentos que practica, no extirpa totalmente la región y es posible que las partes restantes sean capaces de elaborar un hábito mecánico de una cierta complejidad. El autor rechaza esta posibilidad por razonamiento y no por experimentación. Por otra parte, es posible que fuera de esta región motriz altamente especializada (comprobado por estimulación eléctrica) exista una región menos especia-

lizada aunque más extensa. Estas dos consideraciones obligan a crear condiciones experimentales más complicadas para el logro de los trabajos mecánicos. En fin: ¿por qué razón no ha cegado sus animales? Efectivamente, no hay ninguna duda de que la vista tiene un papel en la elaboración del aprendizaje, y que la excitación de los aparatos motores situados a niveles inferiores podría tener lugar por medio de fibras corticales ópticas. Tenemos un ejemplo claro de ello en los atáxicos afectos de tabes dorsal. El atáxico [10] puede sostenerse sobre una pierna si tiene los ojos abiertos. Cuando los cierra, cae inmediatamente. En el primer caso las fibras cinestésicas son sustituidas por las ópticas. De nuevo: ausencia de experimentación ulterior, tan necesaria, con el pretexto de no admitir la importancia de una localización específica.

Pasemos ahora a los experimentos y argumentos que el autor opone a la teoría de los reflejos. Analizando distintos estímulos adecuados afirma que, verosímilmente, no son las mismas células receptoras las que participan en la formación y realización de un hábito, cosa muy evidente en la visión de los objetos *(pattern vision)*. Pero, en primer lugar, vemos los objetos, es decir, recibimos excitaciones ópticas combinadas con ayuda de las distintas partes de la retina y no con toda la retina a la vez. Lo mismo sucede en lo que atañe a la proyección de la retina en el córtex. Razón por la cual no puede haber conexión fija entre determinadas células receptoras y una reacción definida. Tan sólo cuando estudiamos un objeto en detalle nos servimos de la «fovea centralis» [11]; pero generalmente cada parte de la retina sirve

[10] Ataxia: trastorno de los sistemas de coordinación de los movimientos que impide el mantenimiento del equilibrio estático y dinámico. Con los ojos cerrados podemos mantenernos de pie gracias a la información que recibimos del grado de contracción muscular a través del sentido cinestésico. Si se lesionan las vías nerviosas que conducen aquella información, al cerrar los ojos (y suprimir la información vehiculada por la vista) la estación en pie es imposible.

[11] *Fovea centralis*. En la retina, situada inmediatamente por

para la correspondiente reacción hacia un objeto dado. Esta reacción se refiere también a la proyección de la retina en el córtex.

En segundo lugar, en lo que se refiere a la identidad de la reacción en el caso de la figura blanca sobre un fondo negro y viceversa, o cuando sustituimos los cuerpos geométricos por sus contornos (a menudo incompletos), es de observar que el caso es análogo al anteriormente citado. Ha sido estudiado hace mucho tiempo y se explica así: en un principio actúan solamente los elementos más generales de los estímulos y luego, gradualmente, bajo el influjo de condiciones especiales, se obtiene un análisis más preciso cuando empiezan a actuar los componentes más específicos del estímulo. En el experimento en cuestión, en un principio actúan, como excitantes, combinaciones de puntos negros y blancos, sin relaciones y sin disposiciones mutuas exactas. En experimentos ulteriores se podrá diferenciar una figura negra sobre un fondo blanco de una figura blanca sobre un fondo negro, transformándose en estímulo específico la disposición recíproca del blanco y del negro. Igual explicación en el caso de una figura geométrica sustituida por su contorno. Se trata de etapas del análisis. Es decir, que elementos cada vez más detallados se transforman, poco a poco, en estímulos.

Refiriéndose a las reacciones, es decir, a los aparatos motores, el autor afirma que el ratón sigue la buena dirección en el laberinto aun cuando sean distintas las velocidades; a veces rápido, a veces lento, y en ocasiones (caso de una lesión cerebelosa) dando vueltas alrededor de sí mismo. Para Lashley éste es un argumento contra la existencia de una conexión determinada entre la excitación y su reacción definida. Sin embargo, el ratón se desplaza siempre hacia delante dando la vuelta a derecha e izquierda por la contracción de los mismos

fuera de la entrada del nervio óptico, hay una pequeña mancha amarilla *(macula lutea)* que coincide con el eje óptico del ojo. Es la zona de más nítida visión. Su centro, deprimido, se denomina *fovea centralis.*

músculos en cada caso. El resto es un movimiento suplementario determinado por excitaciones secundarias. En el caso de exclusión de ciertos músculos por la parálisis durante la elaboración del hábito y de su sucesiva recuperación, convendría saber las causas y nivel de esta parálisis. Sabemos que existe una serie infinita de centros coordinados desde la extremidad de la médula hasta los hemisferios cerebrales, a cuyos centros pueden llegar fibras conductoras desde el córtex. Sabemos también que cuando pensamos en un movimiento, lo efectuamos, en realidad, en una forma abortiva. Por consiguiente el proceso de inervación puede tener lugar sin ninguna manifestación externa. Si la excitación no puede realizarse por la vía más corta se extenderá a los puntos vecinos por sumación e irradiación. Sabemos, desde hace mucho, que una rana decapitada capaz de limpiar con su pata una gota de ácido vertida sobre el muslo del mismo miembro podrá servirse de otra pata si la primera le ha sido amputada (Naturalmente: después de varias tentativas infructuosas).

El argumento que invoca la ausencia de estereotipia en ciertas formas de movimiento (por ejemplo, durante la nidificación en los pájaros) se basa también en un malentendido. La adaptabilidad individual existe en toda la escala zoológica. Es un reflejo condicional, una relación condicional, realizada sobre la base de la simultaneidad. En fin: la uniformidad de las formas gramaticales citadas como argumento coincide enteramente con el hecho, referido con anterioridad, de una sistematización de procesos nerviosos en la actividad cortical. Es la unidad, la fusión de la estructura y de la función. Y si todavía no podemos imaginarnos con certeza cómo se produce este fenómeno, ello se debe a que aún no conocemos a fondo ni la base estructural ni el dinamismo de los procesos nerviosos.

Me parece superfluo detenerme por más tiempo en los argumentos que el autor esgrime contra la importancia de la estructura en el sistema nervioso. En general, no presta ninguna atención a cuanto se sabe sobre la com-

plejidad de esta estructura y todavía menos a lo que se supone sobre la misma; la simplifica continuamente reduciéndola, con manifiesto partidismo, al más sumario trazo esquemático adoptado en los manuales de fisiología para explicar la relación directa entre excitación y reacción.

¿Qué propone nuestro autor en lugar de la teoría de los reflejos? Nada. A no ser unas analogías lejanas y completamente insuficientes. ¿Puede explicarse los mecanismos cerebrales de los animales superiores, del hombre (cuyo segmento superior representa la diferenciación suprema de la materia viva), invocando las propiedades del tejido de las esponjas, de los hidroides o del tejido embrionario? Sea como sea, y sin dejar de reconocer la libertad absoluta de las hipótesis, tenemos el derecho de exigir al autor un programa, cuando menos elemental y primordial, de trabajos concretos que permitan demostrar la existencia de ventajas ciertas en relación con la teoría de los reflejos, y avanzar en el estudio de las funciones cerebrales. Nada de esto ha sido hecho. Una teoría verdaderamente científica y completa debe abarcar no sólo todos los datos existentes sino también abrir perspectivas para el estudio ulterior del problema y —me atrevo a decir— para un campo ilimitado de experimentación.

En tal situación se halla hoy la teoría de los reflejos. ¿Quién puede negar la complejidad extrema, casi inimaginable, de la estructura del sistema nervioso central y no aceptar la necesidad absoluta de estudiarlo cada vez más profundamente y con los medios más perfeccionados? Lo que no impide que la mente humana permanezca perpleja frente al misterio de su propia actividad.

La teoría de los reflejos se esfuerza en penetrar en el fondo de los dos problemas y explicar el mecanismo, admirable y difícil de concebir, de este instrumento sin par. Por su continua exigencia de determinación, por su análisis y síntesis incesantes de los fenómenos incidentes, la teoría de los reflejos ofrece posibilidades ilimitadas de experimentación en el encéfalo y en su segmento superior. Es lo que he sentido y visto constantemente durante los últimos treinta años de mi actividad, cada vez

con mayor fuerza, a medida que avanzaba en mi trabajo.

Hoy que escribo por primera vez para una publicación psicológica me parece oportuno no sólo prestar atención a algunas tendencias de la Psicología, que a mi parecer no responden al objetivo de un estudio fructuoso, sino también subrayar una vez más mi punto de vista sobre los problemas que a todos interesan.

Soy un psicólogo empírico; acerca de la literatura psicológica sólo conozco algunos manuales y únicamente he leído un número de artículos sobre el tema que resultan completamente insignificantes con relación al cúmulo de datos adquiridos. Pero he sido siempre, y lo soy ahora, un observador de mí mismo y de los demás, en tanto que ello es prácticamente accesible. Me ha interesado siempre la vertiente psicológica de la literatura y la pintura. Estoy deliberadamente contra cualquier teoría que pretenda englobar todos los fenómenos que constituyen nuestra subjetividad, pero no puedo renunciar al análisis de ésta, a la tentativa de comprenderla en ciertos puntos distintos. Esta comprensión debe consistir en interpretar las diversas manifestaciones de nuestra vida subjetiva, de acuerdo con los datos positivos de las Ciencias Naturales modernas. Estoy persuadido de que la comprensión fisiológica de una gran parte de lo que hasta ahora hemos llamado actividad psíquica descansa sobre una base sólida y que en el análisis de la conducta de los animales superiores, incluido el hombre, es legítimo partir de una concepción puramente fisiológica de procesos fisiológicos bien establecidos. Sin embargo, está claro que numerosos psicólogos ponen todo su ardor en la defensa del comportamiento del hombre y de los animales en contra de las explicaciones puramente fisiológicas, explicaciones que desconocen constantemente sin siquiera intentar aplicarlas objetivamente.

Para confirmar lo que acabo de decir daré dos ejemplos, uno de Köhler [12] y otro mío, aunque podría presentar muchísimos más y algunos más complejos.

[12] Wolfgang Köhler (1887), psicólogo alemán, discípulo y continuador de la obra de Wertheimer fue fundador del gestaltismo,

En el curso de la elaboración del método para suministrar el alimento al animal durante los experimentos a distancia aplicamos varios procedimientos. Entre ellos el siguiente: el perro tenía ante sí un plato vacío en el cual desembocaba un tubo metálico puesto en comunicación con un vaso colocado más arriba que contenía polvo de pan y de carne (comida habitual del animal durante el experimento). En la unión del vaso con el tubo se hallaba una válvula que se abría gracias a un dispositivo neumático, vertiendo una porción de polvo en el plato. La válvula funcionaba defectuosamente y dejaba pasar el polvo cuando se sacudía ligeramente el tubo. El perro supo aprovecharse pronto de esta circunstancia, sacudiendo el tubo para hacer caer el alimento. Las sacudidas se producían casi siempre cuando, al comer, el animal rozaba el tubo. Esto es equivalente a lo que sucede cuando se enseña a un perro a dar la pata. En nuestro caso experimental es una coyuntura de laboratorio la que instruye al perro; en el otro, es el hombre quien lo amaestra. Las palabras «pata», «dame», la excitación táctil cuando el perro da la pata, la excitación cinestésica que acompaña a este gesto y, en fin, el impulso visual que emana del domesticador, todos estos estímulos van acompañados de la acción de comer, es decir, están conexionados con el estímulo incondicionado. En el caso que nos interesa, los hechos ocurren de igual forma: el ruido producido por la sacudida del tubo, la excitación táctil a su contacto, la excitación cinestésica que resulta de la sacudida y, en fin, el aspecto mismo del tubo, todo está relacionado con la comida, con la excitación del centro alimenticio. Ello se basa, naturalmente, en el principio de asociación por simultaneidad y forma un reflejo condicional. Dos hechos fisiológicos llaman

teoría psicológica que sostiene que es inherente a la percepción un carácter de totalidad. La atomización de esta totalidad en sus partes constituyentes sería un producto de la reflexión. La percepción del todo es anterior a las partes. Köhler realizó numerosos experimentos con antropoides a algunos de los cuales alude aquí Pávlov.

aquí poderosamente la atención: 1.°) que una determinada excitación cinestésica (en nuestro caso probablemente por vía condicional y en los segmentos inferiores del sistema nervioso central por vía incondicional) está en conexión con la reproducción del movimiento que la ha engendrado; 2.°) cuando dos centros nerviosos están conexionados, los procesos nerviosos se desplazan de uno a otro en ambas direcciones. Si consideramos completamente indiscutible el principio del sentido único en la conducción de los procesos nerviosos en todos los puntos del sistema nervioso central, debe admitirse la existencia de una conexión de retorno entre estos puntos, es decir, debe reconocerse la existencia de una neurona suplementaria que los conexione. Cuando después de que el perro ha levantado la pata se le da la comida, es evidente que la excitación va desde el punto cinestésico al centro alimenticio. Cuando ya se ha establecido la conexión y el perro en estado de excitación alimenticia da la pata por sí mismo, la estimulación se desplaza en sentido contrario.

No puedo comprender este hecho de otra manera. Y no alcanzo a entender por qué los psicólogos quieran explicar esta simple asociación por un acto de comprensión o sagacidad aunque sea elemental.

El otro ejemplo pertenece al libro de W. Köhler *(Intelligenzprüfungen an Menschenaffen)* y se refiere también al perro. El animal se encuentra en una gran jaula, al aire libre. Dos paredes opuestas de la jaula son opacas y no permiten ver el exterior. De las otras dos, una está enrejada dejando ver el espacio libre; la otra tiene una puerta abierta. El perro se encuentra dentro de la jaula frente a la reja. Se pone ante él, a una cierta distancia, un pedazo de carne. Tan pronto como el perro se da cuenta de ello sale por la puerta, da la vuelta a la jaula y se apodera de la carne. En cambio, si la carne se ha puesto muy cerca de la reja el perro se esfuerza vanamente por apoderarse de la carne sin lograrlo y sin que utilice la puerta. ¿Qué quiere decir esto? Köhler no intenta resolver este problema. Con la

teoría de los reflejos condicionales, nosotros lo comprendemos fácilmente. El olor de la carne cercana estimula fuertemente el centro olfativo del perro; y este centro, siguiendo la ley de inducción negativa, inhibe fuertemente los demás analizadores, las demás regiones de los hemisferios. De este modo los centros que indican la puerta y la vuelta alrededor de la jaula quedan inhibidos o, para hablar subjetivamente, el perro se olvida temporalmente de ellos. En el primer caso, en ausencia del fuerte excitante olfativo, aquellos centros están poco o nada inhibidos y guían al perro con seguridad hacia su meta. Esta explicación se adapta perfectamente a los hechos, pero merece una verificación experimental. En caso de conformación, este experimento reconstruiría el mecanismo de la meditación, de la fuerte concentración mental en un tema que nos abstrae del mundo circundante (ni vemos ni oímos lo que ocurre a nuestro alrededor). También reconstruiría (lo que viene a ser lo mismo) el mecanismo del llamado «cegamiento por la pasión». Estoy convencido de que, perseverando en la experimentación, muchos otros casos, incluso más complejos, de comportamiento de los animales y del hombre podrían ser comprendidos desde el punto de vista de muchas leyes ya establecidas de la actividad nerviosa superior.

El segundo problema que llama nuestra atención es el del significado del objetivo y de la intención en las investigaciones psicológicas. Me parece que en este punto hay mucha confusión sobre cosas distintas.

Estamos ante la evidencia de un hecho grandioso: el de la evolución de la naturaleza desde su estado inicial en forma de nebulosa, en el espacio infinito, hasta la existencia del hombre sobre nuestro planeta. Esta evolución ha seguido *grosso modo* las siguientes frases: sistemas solares, sistema planetario, materia muerta y viva de la tierra. La materia viva nos muestra de una manera esplendorosa las fases del desenvolvimiento bajo la forma de la ontogenia y de la filogenia. No conocemos —y creo que desconoceremos todavía por mucho tiempo— las leyes generales de la evolución y sus fases

sucesivas. Pero al comprobar sus manifestaciones generales y fásicas intentamos sustituir, subjetiva, antropomórficamente, el significado de la ley con las palabras «objetivo» e «intención», con lo que repetimos el hecho sin aportar nada a su conocimiento. Un estudio real de los diversos sistemas de que se compone la naturaleza —incluido el hombre— se limita a la comprobación de sus condiciones de existencia externas o internas; o sea, al estudio de su mecanismo. Introducir en esta investigación una idea de objetivo general crea una confusión entre cosas distintas y obstaculiza el estudio fecundo que nos es accesible en la actualidad. La idea de un posible objetivo en el estudio de cada uno de los sistemas puede ser admitida no como objetivo final sino como un medio auxiliar, como una hipótesis científica que permite plantear nuevos problemas y variar las experiencias, tal como ocurre en el estudio de una nueva máquina producida por el hombre.

Es evidente que el problema del libre arbitrio está íntimamente relacionado con lo que acabamos de decir. Se trata de una cuestión de gran importancia. Sin embargo, me parece que puede ser examinada simultáneamente desde el punto de vista estrictamente científico (dentro de los límites de las ciencias naturales modernas) y al mismo tiempo sin contradecir la sensación humana que de él tenemos y sin crear confusión en este problema, tal como se plantea en la vida.

El hombre es un sistema, una máquina, y está sometido —como cualquier otro sistema en la naturaleza— a leyes naturales inevitables y comunes. Se trata de un sistema que, dentro de los límites de nuestros conocimientos científicos, se nos presenta como incomparable por su facultad de autorregulación. Conocemos una buena cantidad de máquinas autorregulables construidas por el hombre. Desde este punto de vista el estudio del hombre-sistema es el mismo que el de cualquier otro sistema: descomposición en sus partes constituyentes, estudio de la importancia de cada una de estas partes, estudio de las correlaciones con el medio ambiente y

luego, tomando como base lo anterior, explicación de su funcionamiento y de su regulación en la medida de las posibilidades humanas. Nuestro sistema —autorregulador en su más elevada expresión— es capaz por sí mismo de mantenerse, reintegrarse, repararse, incluso perfeccionarse. La impresión más fuerte y duradera que nos proporciona el estudio de la actividad nerviosa superior por nuestro método es la extrema plasticidad de esta actividad, sus inmensas posibilidades: nada está inmóvil, nada es inflexible, cualquier cosa puede ser siempre alcanzada o mejorada, siempre que se cumplan ciertas condiciones necesarias.

Por una parte, un sistema, una máquina. Por la otra, el hombre con todos sus ideales, sus aspiraciones, sus progresos. A primera vista, ¡rara y desarmónica confrontación! Pero ¿es verdaderamente así? Desde un punto de vista evolucionado ¿no es quizá el hombre la suma culminación de la naturaleza, la encarnación más elevada de los infinitos recursos de la materia, la realización de potentes leyes naturales todavía inexploradas? Prácticamente todo permanece igual que en la idea del libre arbitrio; implica la misma responsabilidad personal, social y cívica del hombre: me queda la posibilidad y la obligación de conocerme a mí mismo y, utilizando este conocimiento, de mantenerme sin cesar a nivel de mis capacidades. Las obligaciones sociales y cívicas ¿no son condiciones impuestas al sistema de mi ser social? ¿No deben provocar en mí las reacciones correspondientes, en interés de la integridad y del perfeccionamiento de dicho sistema? [13]

[13] Frente al fatalismo sociopsicologista y freudiano de la bestia humana movida por instintos destructores tanáticos y libidinosos o por la todopoderosa energía dimanante de la angustia vital (utilizados para encubrir las causas reales condicionantes de las formas de vida), Pávlov, el presunto biologizante y materialista, el que se dice reduce al hombre a la condición de perro, parece legarnos —en los últimos años de su vida— una esperanza luminosa para un humanismo plenamente consciente.

Este breve diccionario ha sido redactado para facilitar al lector la comprensión de los textos de Pávlov. Por ello, para la definición de los vocablos me he situado en Pávlov mismo; quiero decir, he renunciado a los datos logrados con posterioridad a él y, por supuesto, a mis propias objeciones a algunos de sus conceptos. *(A. C.)*

ACTIVIDAD NERVIOSA SUPERIOR: Conjunto de los procesos nerviosos que aseguran la adaptación más fina del animal a su medio. Es un trabajo analítico-sintético.

ANALIZADOR: Unidad funcional constituida por el receptor periférico, las vías de conducción y las células corticales donde éstas se proyectan. Lleva a cabo el análisis de los procesos del medio externo (analizadores externos) y del interno (analizadores internos).

CIERRE (*función de*): Función capital de la corteza cerebral que hace posible la formación de conexiones nerviosas nuevas en la elaboración de reflejos condicionados. Pávlov admitió la posibilidad del cierre de un reflejo en estratos subcorticales.

CONEXION TEMPORAL: Véase: reflejo condicional.

DESINHIBICION: Liberación de las funciones inhibidas.

DOMINANTE: La excitación más intensa de una estructura nerviosa atrae hacia ella las excitaciones subdominantes existentes en la vecindad. El conocimiento de este fenómeno se debe a Uchtomski.

ESTEREOTIPO DINAMICO: La relativa constancia del medio ofrece estímulos que se repiten con cierta asiduidad. Los estereotipos condensan las experiencias del animal sobre estas circunstancias y hacen posible una adaptación rápida.

ESTIMULO (EXCITANTE): Modificación del medio externo o del medio interno que determina la excitación de un tejido.

ESTIMULO ABSOLUTO: Estímulo que desencadena un reflejo incondicional.

ESTIMULO CONDICIONADO: Estímulo neutro que, por asociación a un estímulo absoluto, provoca la misma respuesta que éste.

ESTIMULO INDIFERENTE: Variación ambiental que no despierta reacción en el animal.

ESTIMULO NEUTRO: Estímulo indiferente.

ESTIMULO SUPRAMAXIMAL: Estímulo cuya intensidad sobrepasa la capaciad funcional de las células que interesa. Provoca una inhibición supramaximal (inhibición de defensa).

EXCITABILIDAD: Propiedad de la materia viva de reaccionar frente a los agentes que provocan una modificación de su actividad.

EXCITACION: Modo de manifestarse los procesos nerviosos que da lugar a la respuesta en marcha o aceleración de una función cualquiera del organismo.

EXTINCION: Disminución progresiva de la excitabilidad refleja. Véase: inhibición de excitación.

FASES HIPNOIDES: Estados funcionales de las células nerviosas definidos por el grado de intensidad que alcanza en un momento dado la inhibición. Pávlov describió: fase de excitabilidad normal, fase igualatoria, fase paradójica, fase ultraparadójica.

GENERALIZACION: Un estímulo neutro afín a otro activo desencadena una reacción análoga al de éste. El refuerzo sistemático del segundo y la administración del primero no reforzado establece, finalmente, una diferenciación entre ambos.

INDUCCION RECIPROCA: La excitación provoca y refuerza su contrario, la inhibición. Recíprocamente, la inhibición provoca y refuerza la excitación. Convencionalmente se ha acordado llamar inducción positiva a la inducción de excitación por la inhibición, e inducción negativa al fenómeno contrario. La inducción puede ser temporal (un proceso provoca su contrario, en la misma estructura, en un tiempo posterior) y espacial (la excitación de una estructura inhibe la vecina o refuerza la inhibición si ésta ya existía).

La excitación y la inhibición se refuerzan, por tanto, entre sí (inducción recíproca).

INHIBICION: Proceso nervioso que frena o paraliza una función. La inhibición puede ser condicionada (interna) e incondicionada (externa).

INHIBICION DE DEFENSA: Véase: inhibición supramaximal.

INHIBICION DE DIFERENCIACION: Modalidad de la inhibición condicionada que traduce el fenómeno opuesto al de la generalización de las reacciones condicionales.

INHIBICION EXTERNA: Inhibición no condicionada.

INHIBICION DE EXTINCION: Variedad de la inhibición interna que se manifiesta al actuar repetidamente el estímulo condicionado sin ir seguido de refuerzo.

INHIBICION INTERNA: Inhibición condicionada.

INHIBICION DE RETARDO: Modalidad de la inhibición interna que se manifiesta al diferir la actuación del estímulo absoluto tras el condicionado.

INHIBICION SUPRALIMINAR: Modalidad de la inhibición incondicionada desencadenada por estímulos que superan la capacidad funcional de las neuronas (sinónimo: inhibición de sobrecarga, inhibición supramaximal).

IRRADIACION: Expansión de los procesos nerviosos hacia áreas vecinas, a partir del área inicial.

LABILIDAD: Inestabilidad de los procesos nerviosos.

REFLEJO: Reacción del animal como un todo ante un estímulo.

REFLEJO CONDICIONAL (*adquirido*): Reflejo adquirido en la experiencia individual. Es peculiar de cada individuo.

REFLEJO CONDICIONAL DE SEGUNDO ORDEN: Establecido un reflejo condicional, puede servir de base para la formación de otro nuevo sobre él (asociando otro estímulo neutro al estímulo condicionado que desencadena el reflejo de primer orden).

REFLEJO INCONDICIONAL (*innato, heredado*): Reflejo común a la especie. Es innato; no aprendido.

REFLEJO DE ORIENTACION: Reacción del animal ante una variación del medio que se presenta inopinadamente dentro del coorden general de estímulos de una situación dada.

REFLEJO DE RETIRADA: Respuesta de sobrecogimiento o de huida del animal ante un estímulo. Pávlov utilizó preferentemente la respuesta de flexión de la pata del perro ante estímulos eléctricos y la respuesta de rechazo del animal por la introducción de ácido en la boca. Sobre estos reflejos incondicionales de retirada, puede elaborarse reflejos de retirada condicionales a estímulos indiferentes interoceptivos y exteroceptivos.

REFUERZO: Aplicación del estímulo incondicionado tras el estímulo condicionado. Establecido un reflejo condicional, si se hace actuar el estímulo condicionado reiteradamente sin ir seguido de refuerzo el reflejo condicional se extingue.

REFUERZO VERBAL: Refuerzo de un estímulo condicionado con un estímulo verbal.

RUPTURA DE LA ACTIVIDAD NERVIOSA SUPERIOR: Alteración de la actividad nerviosa superior provocada por acción reflejo-condicionada.

SISTEMA DE SEÑALES: Totalidad de los procesos nerviosos que interactúan con un determinado tipo de estímulos. Pávlov distinguió dos sistemas de señales: primer sistema, constituido por los procesos nerviosos que corresponden a las señales directas de los objetos (señales concretas); y segundo sistema, que corresponde a las señales verbales. El primero es común a los animales y al hombre; el segundo es específico.

Prólogo 7

1. Autobiografía 17
2. El reflejo condicional 21
3. Psicología y psicopatología experimentales en los animales. 51
4. Discurso pronunciado en la recepción del Premio Nobel. 70
5. Lecciones sobre el trabajo de los hemisferios cerebrales. 91
   Lección Primera 91
   Lección Segunda 110
6. Las ciencias naturales y el cerebro 128
7. Mecanismo fisiológico de los movimientos voluntarios ... 143
8. Respuesta de un fisiólogo a los psicólogos 149

Léxico 189

*Volumen intermedio

Para esta recopilación de trabajos de IVAN PAVLOV (1849-1936), que revolucionó el campo de la fisiología y la psicología experimental con sus investigaciones acerca de los reflejos condicionales y la actividad nerviosa superior, se ha seguido el doble criterio de dar a conocer lo sustancial de su pensamiento y soslayar la inevitable aridez de las comunicaciones académicas y los protocolos experimentales. FISIOLOGIA Y PSICOLOGIA reúne, así, sus contribuciones científicas a la vez más representativas y más accesibles para el gran público: una breve autobiografía, el trabajo publicado en 1934 sobre el reflejo condicional, los discursos pronunciados en Madrid en 1903 («Psicología y psicopatología experimentales con los animales») y al recibir el Premio Nobel que le fue otorgado en 1904, dos lecciones sobre el trabajo de los hemisferios cerebrales, una conferencia acerca de las ciencias naturales y el cerebro, y los artículos «Mecanismo fisiológico de los movimientos voluntarios» y «Respuesta de un fisiólogo a los psicólogos». El prólogo, las notas y el glosario final de ANTONIO COLODRON completan la inteligibilidad del texto al definir la terminología técnica, explicar los experimentos citados y proporcionar referencias aclaratorias sobre los autores y escuelas aludidos.

Cubierta: Daniel Gil

El libro de bolsillo Alianza Editorial